



UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD CIENCIAS DEL MAR  
CARRERA DE BIOLOGÍA

**“DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DEL ORDEN ZOANTHARIA EN LA ZONA  
ROCOSA INTERMAREAL DE LA CHOCOLATERA DE LA RESERVA DE  
PRODUCCIÓN DE FAUNA MARINO COSTERA PUNTILLA DE SANTA  
ELENA – ECUADOR.”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGA

NAHOMI ODALIS CRUZ ORTIZ

TUTORA:

BLGA. ANA GABRIELA BALSECA VACA M.SC.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2023

UNIVERSIDAD ESTATAL

PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**“DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DEL ORDEN ZOANTHARIA EN LA ZONA  
ROCOSA INTERMAREAL DE LA CHOCOLATERA DE LA RESERVA DE  
PRODUCCIÓN DE FAUNA MARINO COSTERA PUNTILLA DE SANTA  
ELENA – ECUADOR.”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGA

NAHOMI ODALIS CRUZ ORTIZ

TUTORA:

BLGA. ANA GABRIELA BALSECA VACA M.SC.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2023

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme las fuerzas para no rendirme y seguir adelante con la meta que me propuse desde un principio.

A mi mama Odalis Ortiz por siempre estar ahí para mí en los momentos más difíciles y nunca permitir que me rindiera, brindándome fuerzas en cada momento.

A mis tíos que fueron un pilar fundamental en mi carrera porque siempre conté con su apoyo incondicional y nunca dudaron de que lo lograría.

A Marlon Mendoza que fue un factor de suma importancia en mi carrera universitaria, sin él no hubiera logrado todos mis objetivos, me brindó su apoyo y nunca me dejó rendir.

A todos mis amigos que siempre estuvieron presente en esta investigación colaborando en todos los muestreos y ayudándome a realizar mi sueño.

Nahomi Cruz Ortiz

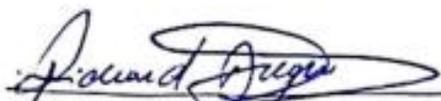
## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Estatal Península De Santa Elena, y a las autoridades y docentes, de la Facultad De Ciencias Del Mar, por haberme impartido todos sus conocimientos a lo largo de mi carrera como estudiante, de la cual estoy muy agradecida porque servirá en el transcurso de mi vida personal y profesional

A la Blga. Ana Balseca Vaca, MSc, por ser paciente, estricta, detallista y minuciosa al guiarme con mi trabajo de titulación y así poder llegar a lograr mi objetivo.

Al Centro Nacional De Acuicultura E Investigaciones Marinas Espol (CENAIM), en especial a la PhD. Karla Jaramillo en el ámbito de identificación taxonómico.

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



---

Blg. Richard Duque Marin, M.Sc  
**DECANO**  
**FACULTAD CIENCIAS DEL MAR**



---

Ing. Jimmy Villon Moreno, M.Sc  
**DIRECTOR**  
**CARRERA DE BIOLOGÍA**



---

Blga. Ana Gabriela Balseca Vaca, M.Sc  
**DOCENTE TUTOR**



---

Blga. Tanya González, Mgt.  
**DOCENTE DE ÁREA**



---

Ab. María Rivera González, Mgtr.  
**SECRETARIO GENERAL**

## DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por las ideas, hechos, investigaciones y resultados expuestos en este trabajo de integración curricular pertenece exclusivamente al autor, y el patrimonio intelectual de la misma, a la Universidad Estatal Península De Santa Elena (Upse).



---

NAHOMI ODALIS CRUZ ORTIZ

C.I. 0750685018

## ÍNDICE GENERAL

|   |    |
|---|----|
| <b>1. RESUMEN</b> .....   | 1  |
| <b>2. INTRODUCCIÓN.</b> .....   | 5  |
| <b>3. PROBLEMÁTICA.</b> .....   | 8  |
| <b>4. JUSTIFICACIÓN</b> .....   | 10 |
| <b>5. OBJETIVOS</b> .....   | 13 |
| <b>5.1 OBJETIVO GENERAL</b> .....   | 13 |
| <b>5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....  | 13 |
| <b>6. HIPÓTESIS.</b> .....  | 14 |
| <b>7. MARCO TEÓRICO.</b> .....  | 15 |
| <b>7.1 ZONA INTERMAREAL ROCOSA.</b> .....   | 15 |
| 7.1.1 Formación e importancia de los arrecifes rocosos. ....                            | 16 |
| 7.1.2 Diversidad e importancia de los organismos en la zona rocosa<br>intermareal. .... | 17 |
| <b>7.2 CNIDARIOS.</b> .....   | 17 |
| <b>7.3 LOS CORALES.</b> .....   | 18 |
| 7.3.1 Importancia de los corales.....   | 19 |
| 7.3.2. Características de los corales hexacorallia .....                                | 20 |
| <b>7.4 ORDEN: ZOANTHARIA</b> .....  | 20 |
| 7.4.1 Taxonomía.....  | 21 |
| 7.4.2 Hábitat.....  | 22 |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 7.4.3      | Alimentación.....   | 22        |
| 7.4.4      | Distribución geográfica del orden Zoantharia.....   | 23        |
| 7.4.5      | Reproducción .....  | 23        |
| 7.4.6      | Características morfológicas .....  | 24        |
| <b>7.5</b> | <b>Tipos de algas.....</b>  | <b>25</b> |
| 7.5.1      | Chlorophyta.....  | 25        |
| 7.5.2      | Rodophyta .....   | 25        |
| 7.5.3      | Phaeophyta .....  | 26        |
| <b>7.6</b> | <b>FACTORES FÍSICO – QUÍMICOS QUE ALTERAN EL EQUILIBRIO<br/>DEL ECOSISTEMA MARINO. ....</b> | <b>26</b> |
| 7.6.1      | pH.....   | 26        |
| 7.6.2      | Salinidad.....  | 27        |
| 7.6.3      | Temperatura .....   | 27        |
| 7.6.4      | Oxígeno.....  | 28        |
| 7.6.5      | Conductividad .....   | 28        |
| <b>8.</b>  | <b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>   | <b>29</b> |
| <b>8.1</b> | <b>UBICACIÓN GEOGRÁFICA. ....</b>   | <b>29</b> |
| <b>8.2</b> | <b>ÁREA DE ESTUDIO. ....</b>  | <b>30</b> |
| <b>8.3</b> | <b>MATERIALES .....</b>   | <b>32</b> |
| <b>8.4</b> | <b>METODOLOGÍA.....</b>   | <b>32</b> |
| <b>8.5</b> | <b>PERMISO DE INVESTIGACIÓN.....</b>  | <b>33</b> |
| <b>8.6</b> | <b>TRABAJO DE CAMPO .....</b>   | <b>33</b> |

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| <b>8.7</b>  | <b>DISEÑO DE MUESTREO DE LAS ZONAS DE ESTUDIO.....</b>                    | <b>34</b> |
| <b>8.8</b>  | <b>DISEÑOS DE MUESTREO PARA EL CONTEO DE LOS CORALES COLONIALES .....</b> | <b>34</b> |
| <b>8.9</b>  | <b>PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS.....</b>                                     | <b>37</b> |
| <b>8.10</b> | <b>RECOLECTA DE MUESTRAS ZOANTHIDOS.....</b>                              | <b>37</b> |
| <b>8.11</b> | <b>TRABAJO DE LABORATORIO .....</b>                                       | <b>38</b> |
| <b>8.12</b> | <b>IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE ZOANTHIDOS .....</b>                      | <b>38</b> |
| <b>8.13</b> | <b>PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....</b>                | <b>40</b> |
| 8.13.1      | Abundancia relativa (Hubbell, 2001).....                                  | 40        |
| 8.13.2      | Índice de Diversidad .....  | 41        |
| 8.13.3      | Índice de dominancia. ....  | 42        |
| <b>9.</b>   | <b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS. ....</b>                  | <b>44</b> |
| <b>9.1</b>  | <b>Identificación del orden Zoantharia. ....</b>                          | <b>44</b> |
| <b>9.2</b>  | <b>INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS .....</b>               | <b>53</b> |
| 9.2.1       | Zona A (ZAP) .....  | 56        |
| 9.2.2       | Zona B (ZUS).....   | 57        |
| <b>9.3</b>  | <b>ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE ZOANTHARIOS .....</b>                       | <b>59</b> |
| 9.3.1       | ABUNDANCIA.....   | 59        |
| 9.3.1.1     | Zona A (ZAP) .....  | 59        |
| 9.3.1.2     | Zona B (ZUS).....   | 60        |
| 9.3.2       | DIVERSIDAD .....  | 62        |
| 9.3.2.1     | Zona A (ZAP) .....  | 62        |

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| 9.3.2.2 Zona B (ZUS).....        | 65        |
| <b>10. DISCUSIÓN .....</b>       | <b>69</b> |
| <b>11. CONCLUSIÓN .....</b>      | <b>71</b> |
| <b>12. RECOMENDACIONES .....</b> | <b>73</b> |
| <b>13. BIBLIOGRAFÍA .....</b>    | <b>74</b> |
| <b>14. ANEXOS.....</b>           | <b>83</b> |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Morfología los corales.....  | 24 |
| <b>Figura 2.</b> Ubicación del área a estudiar “La chocolatera- REMACOPSE” .....                                      | 30 |
| <b>Figura 3.</b> Zona A con 300m* 30m, con una extensión 9.000m2. ....  | 31 |
| <b>Figura 4.</b> Zona B con 110m* 40m, con una extensión 4.400m2. ....  | 32 |
| <b>Figura 5.</b> Esquematzación de la metodología de Garrison y Franke (1994) Zona A-<br>Zona de protección.....      | 35 |
| <b>Figura 6.</b> Esquematzación de la metodología de Garrison y Franke (1994) Zona B-<br>Zona de uso sostenible. .... | 36 |
| <b>Figura 7.</b> <i>Palythoa</i> cf. <i>mutuki</i> .....  | 45 |
| <b>Figura 8.</b> <i>Zoanthus</i> cf. <i>pulchellus</i> (verde azulado).....   | 47 |
| <b>Figura 9.</b> <i>Zoanthus</i> cf. <i>pulchellus</i> (azul). ....   | 49 |
| <b>Figura 10.</b> <i>Zoanthus</i> cf. <i>sociatus</i> (verde claro). ....   | 50 |
| <b>Figura 11.</b> <i>Zoanthus</i> cf. <i>sociatus</i> (azul).....   | 52 |
| <b>Figura 12.</b> Relación del oxígeno en la zona A (ZAP) y la zona B (ZUS).....                                      | 53 |
| <b>Figura 13.</b> Relación de la temperatura en la zona A (ZAP) y la zona B (ZUS).....                                | 54 |
| <b>Figura 14.</b> Relación de la salinidad en la zona A (ZAP) y la zona B (ZUS). ....                                 | 55 |
| <b>Figura 15.</b> Relación del pH en la zona A (ZAP) y la zona B (ZUS).....   | 55 |
| <b>Figura 16.</b> Relación de la conductividad en la zona A (ZAP) y la zona B (ZUS). ....                             | 56 |
| <b>Figura 17.</b> Componentes físicos - químicos de la Zona A (ZAP).....  | 57 |
| <b>Figura 18.</b> Componentes físicos - químicos de la Zona B (ZUS).....  | 58 |
| <b>Figura 19.</b> Abundancia relativa de la zona A (ZAP).....   | 60 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 20.</b> Abundancia relativa de la zona B (ZUS).....                                    | 62 |
| <b>Figura 21.</b> Índice de diversidad de Shannon y Simpson por especie, en la zona A (ZAP)..... | 63 |
| <b>Figura 22.</b> Índice de diversidad de Simpson, en la zona A (ZAP).....                       | 64 |
| <b>Figura 23.</b> Índice de diversidad de Shannon y Weaver, en la zona A (ZAP). .....            | 65 |
| <b>Figura 24.</b> Índice de diversidad de Shannon y Simpson por especie, en la zona B (ZUS)..... | 66 |
| <b>Figura 25.</b> Índice de diversidad de Simpson, en la zona B (ZUS). .....                     | 67 |
| <b>Figura 26.</b> Índice de diversidad de Shannon y Weaver, en la zona B (ZUS). .....            | 68 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> Abundancia relativa de la zona A (ZAP). ..... | 60 |
| <b>Tabla 2.</b> Abundancia relativa de la zona B (ZUS). ..... | 61 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|   |    |
|---|----|
| <b>Anexo 1.</b> Alfombra de corales coloniales (Zoantharios). ..... | 83 |
| <b>Anexo 2.</b> Colonia de Zoantharios. ....                        | 83 |
| <b>Anexo 3.</b> Zona A (ZAP).....                                   | 84 |
| <b>Anexo 4.</b> Zona B (ZUS).....                                   | 84 |
| <b>Anexo 5.</b> Muestreo con snorkel. ....                          | 85 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Anexo 6.</b> Toma de parámetros con la ayuda del multiparámetro. ....                                | 85 |
| <b>Anexo 7.</b> Muestras de corales en el laboratorio. ....   | 86 |
| <b>Anexo 8.</b> Identificación morfológica de los pólipos de coral con la ayuda del estereoscopio. .... | 86 |
| <b>Anexo 9.</b> Identificación taxonómica de especies. ....   | 87 |
| <b>Anexo 10.</b> Identificación y observación de pólipos. ....  | 87 |
| <b>Anexo 11.</b> Prueba de Anderson-Darling. ....   | 88 |
| <b>Anexo 12.</b> Test de homolasticidad de Levene's. ....   | 88 |
| <b>Anexo 13.</b> Test de Kruskal Wallis. ....   | 89 |

## GLOSARIO Y TERMINOLOGÍA

**Bentónico:** Organismos que viven en el fondo de un ambiente acuático (lago, laguna, mar entre otros), que se desplazan desde la superficie hasta la zona más profunda.

**Biodiversidad:** Es una diversidad biológica que se puede encontrar en cualquier área ya sea marina o terrestre.

**Coral:** Es una estructura compuesta por millones de animales marinos muy pequeños denominados pólipos.

**Contaminación Marina:** Es la introducción indirecta o directa a las aguas marinas de sustancias o energías dañinas para los mares y océanos, consecuencias de la actividad humana.

**Disco Oral:** Es un tejido que se extiende entre la base de los tentáculos y la boca.

**Efectos:** Consecuencia por virtud de una causa

**Intermareal:** Es una zona que está situada entre los límites de la bajamar y la pleamar.

**Mesénquima:** Tejido en el mesodermo, donde se encuentran diversos órganos

**Mesenterio:** Son fraccionamientos en forma de lámina que se agrandan desde la pared del cuerpo del animal hasta la cavidad gastrovascular.

**Organismo:** Es individuo en el caso de organismos multicelulares se refiere a individuos formados por un sistema de órganos.

**Pólipo de coral:** pequeños animales que están relacionados con las anémonas y las medusas.

**Zooxantela:** Son organismos endosimbiontes de algunos animales marinos y protistas.

**Zona Rocosa:** Es un lugar con rocas que presentan alguna particularidad geomorfológica o paisajística

## **ABREVIATURAS**

**NaGISA:** Natural Geography in Nearshore Areas.

**REMACOPSE:** Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena.

**REMAPE:** Reserva Marina El Pelado.

**MAATE:** Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica.

**Cm:** Centímetro

**m:** Metro

**Ups:** Unidades prácticas de salinidad

**°C:** Grados centígrados

**mS/cm:** Microsiemens por centímetro

**ZAP:** Zona de Alta Protección.

**ZUS:** Zona de Uso Sostenible.

## 1. RESUMEN

La presente investigación se realizó en la provincia de Santa Elena dentro de la Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena, en el sector de La Chocolatera, con el objetivo de determinar la abundancia y diversidad del orden Zoantharia en la plataforma intermareal rocosa de dos zonas con diferente nivel de protección, mediante transectos y puntos estableciendo información de línea base. Se seleccionó dos sitios con diferentes niveles de protección que se denominaron como zona A (Zona de Alta Protección) y zona B (Zona de Uso Sostenible); Se realizaron 8 muestreos dos veces por semana cada quince días durante los meses de mayo y junio. Los resultados que se obtuvieron indican que dentro de las zonas propuestas existen tres especies del orden Zoantharia: en la zona A (ZAP) *Palythoa* cf. *mutuki*, *Zoanthus* cf. *sociatus* y *Zoanthus* cf. *Pulchellus* con dos morfotipos y en la zona B (ZUS) *Zoanthus* cf. *Sociatus* con un morfotipo. La identificación se realizó usando guías taxonómicas y análisis morfológicos en laboratorio, para analizar la diversidad de las especies encontradas se usó los índices de Shannon – Weaver y Simpson; en cambio los parámetros físicos - químicos (pH, salinidad, oxígeno, temperatura, conductividad) fueron tomados en campo con un multiparámetro y analizados en cuanto a la relación que tienen con los organismos encontrados. Esta investigación acepta la hipótesis alternativa, al comprobar que la zona con categorización “alta protección” en la REMACOPSE tiene mayor abundancia y diversidad del orden Zoantharia por ser una zona donde existe poca presencia de huella humana y al estar en constante monitoreo

por las especies que se encuentran habitando, al contrario de la zona con categorización “Uso sostenible” donde realizan diferentes actividades como la pesca y es de libre acceso al público.

**Palabras claves:** Zoanthus, Palythoa, Abundancia, Diversidad.

## ABSTRACT

The present research was carried out in the province of Santa Elena, within the Santa Elena Coastal Marine Fauna Production Reserve, specifically in the La Chocolatera area. Two sites with different levels of protection were selected and designated as Zone A (High Protection Zone) and Zone B (Sustainable Use Zone). The objective was to determine the abundance and diversity of the Zoantharia order in the rocky intertidal platform of these two zones with different levels of protection in the Santa Elena Coastal Marine Fauna Production Reserve, using transects and points to establish baseline information. Eight samplings were conducted twice a week, every fifteen days, during the months of May and June. The results obtained indicate that three species of the Zoantharia order were found within the proposed zones: in Zone A (ZAP), there were *Palythoa* cf. *mutuki*, *Zoanthus* cf. *sociatus*, and *Zoanthus* cf. *pulchellus* with two morphotypes, and in Zone B (ZUS), there was *Zoanthus* cf. *sociatus* with one morphotype. Identification was done using taxonomic guides and morphological analysis in the laboratory. To analyze the diversity of the found species, Shannon-Weaver and Simpson indices were used. On the other hand, the physical-chemical parameters (pH, salinity, oxygen, temperature, conductivity) were measured in the field using a multiparameter device and analyzed in relation to the organisms found. This research supports the alternative hypothesis, as it confirms that the zone categorized as "high protection" in the Santa Elena Coastal Marine Fauna Production Reserve has a higher abundance and diversity of the Zoantharia order due to the limited

presence of human impact and constant monitoring of the inhabiting species. In contrast, the zone categorized as "sustainable use" allows for various activities such as fishing and public access.

**Keywords:** Zoanthus, Palythoa, Abundance, Diversity.

## 2. INTRODUCCIÓN.

Mundialmente la mayoría de los arrecifes de coral se distinguen por ser ambientes biodiversos y de importancia económica para el planeta(Díaz-Pulido et al., 2009), de igual manera son múltiples los beneficios que estos proporcionan a la naturaleza y a la humanidad, los más relevantes son protección, hábitat, fuente de alimento, sitio de reproducción y de reclutamiento para la mayoría de las especies existentes en el océano, en relación a los beneficios que le aportan al ser humano cabe recalcar que es una importante fuente de ingreso en la industria pesquera y turística (Birkeland, 1997).

Según Goenaga (1991) los arrecifes de coral son sensibles a los diversos impactos ya sea de origen antropogénico o natural por esta razón tardan muchos años en regenerarse, puesto que algunos corales hermatípicos exponen una tasa de crecimiento milimétrico por año o limitados centímetro. Los procesos naturales y las actividades de los seres humanos sobre el planeta han llegado a generar variaciones en la dinámica poblacional y daño al ecosistema, dicho impacto ha sido corroborado por la reducción de cobertura de un 50% de los corales vivos (Zapata & Alfonso, 2022). En la actualidad estos organismos se encuentran sometidos a un elevado impacto por la presión antrópica directa e indirecta, el desorden de redes de pesca en los terrenos coralinos ocasionando pérdida de la estructura y debilitamiento del coral (Palma, 2021). Haciendo referencia de forma indirecta, las redes de pesca abandonadas son el sustrato

ideal para diversos tipos de algas filamentosas (algas turf) (Marquez & Díaz, 2005), las cuales ocasionan que el coral se degrade interviniendo sus procesos ecológicos, enfermedades y niveles de hipoxia drásticos (Figueroa-Pico et al., 2020), también el hecho de que cada año se suma un rebrote entre enero y abril donde se dan variaciones de temperatura entre 1 °C y 10 °C en Ecuador (Moreano, 1983), por ende esta reacción hace que los arrecifes soporten un elevado estrés térmico causando una pérdida de color en el organismo denominado blanqueamiento.

Ecuador, no se encuentra preparado para presenciar un fenómeno de blanqueamiento de coral debido a su poca capacidad y recursos para resolverlos, (Fajardo & Ramírez, 2017). Dentro del Ecuador justo en las costas de la provincia de Santa Elena contamos con dos Reservas Naturales: La Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena (REMACOPSE) y la Reserva Marina El Pelado (REMAPE). El sector “La Chocolatera” se encuentra dentro de la REMACOPSE, donde encontramos zonas con diferentes niveles de protección, en la zona de alta protección la contaminación y alteraciones del ecosistema son bajas, a diferencia de la zona de uso sostenible que se encuentra presencia de huella humana.

Según Martínez et al. (2011), en la chocolatera los corales se encuentran situados en el barlovento (zona expuesta al oleaje) donde las especies al parecer se encuentran adaptadas al movimiento y turbidez del agua esto indica que son las zonas

más diversas en especies de corales, mientras que en las zonas con menor afluencia se encuentra una menor diversidad.

El orden Zoantharia lo encontramos distribuido por las diferentes zonas de la chocolatera (P. Martínez et al., 2011), es uno de los grupos menos estudiados, por la dificultad que implica su identificación, morfología y su comportamiento (K. B. Jaramillo et al., 2018). La península de Santa Elena registra cuatro estudios sobre el orden Zoantharia, los mismos que fueron usados de complemento para esta investigación, aun así, es necesaria más bases de información de estos organismos, donde podamos comparar con los factores físicos – químicos y de qué manera se ven influenciados en la distribución de sus colonias. Por este motivo, esta investigación se basa en determinar la abundancia y diversidad del orden Zoantharia en la plataforma intermareal rocosa de dos zonas con diferente nivel de protección en la Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena, mediante transectos y puntos estableciendo información de línea base que servirán para futuros proyectos de investigación con el fin de que existan datos actualizados de los sectores antes mencionados.

### 3. PROBLEMÁTICA.

Los corales son organismos marinos que forman ecosistemas muy diversos y productivos en los océanos, pero son extremadamente sensibles a los cambios en su entorno, como el aumento de la temperatura del agua y la contaminación, siendo unos de los principales factores que provocan la muerte de los corales o también conocido como blanqueamiento coralino.

En las costas ecuatorianas encontramos abundancia y diversidad de corales, entre las diversas especies se encuentra el orden *Zoantharia* con gran importancia tanto ecológica, científica y económica. Dentro de Ecuador existen tres investigaciones con relación a la abundancia y diversidad de *Zoantharios* en “El islote el pelado- Ayangue”, “Anconcito y San lorenzo”, “Las puntas – Ayangue y el faro – Ballenita” provincia de Santa Elena, pero aun así existe una escasez de información en la reserva REMACOPSE siendo este un sitio de suma importancia ecológica porque brinda protección y alimento a otros organismos.

Los *Zoantharios* son corales blandos formadores de arrecifes de coral, estos organismos se los encuentra adheridos a superficies rocosas, en constante exposición directa al oleaje y a la luz solar, brindando diversidad de colores, tamaño y formas al ecosistema donde se encuentran. Aunque en la provincia de Santa Elena no existen

suficientes investigaciones de estos organismos sobre su nivel biológico, ni análisis comparativos sobre su abundancia en las áreas protegidas como en la “REMACOPSE - La Chocolatera”. Es relevante destacar que los corales *Zoantharios* son organismos que forman parte de los arrecifes de coral y son esenciales para la supervivencia de muchas especies de vida marina, incluidos peces, crustáceos y moluscos, por este motivo se presenta esta investigación que ayudará a conocer la diversidad y abundancia en dos zonas de estudio: “Zona de Protección” y “Zona de Uso Sostenible” dentro de la Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena, estableciendo así una investigación que servirá como línea base a futuras investigaciones.

## 4. JUSTIFICACIÓN

Los arrecifes saludables actúan como murallas naturales, proporcionando una barrera física, que protege a las ciudades costeras, las comunidades y las playas, de las fuertes olas del océano, de eventos climáticos extremos (Chimal et al., 2010). También la formación de ambientes que favorecen el desarrollo de otros ecosistemas como pastos marinos, lugares de refugio, alimentación y reproducción de una variedad de organismos comercialmente importantes. De este modo, se evita la erosión costera, las inundaciones y la pérdida de infraestructuras.

En las costas del Ecuador contamos con una amplia biodiversidad, donde existen plataformas rocosas que mantienen un intercambio constante de energía y materia entre la zona terrestre y marina, ayudando así a la producción de fitoplancton y colaborando con la alimentación de diferentes organismos marinos (Reina, 2015). Dentro del Ecuador, justo en las costas de la provincia de Santa Elena contamos con dos Reservas Naturales: La Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena (REMACOPSE) y la Reserva Marina El Pelado (REMAPE); la presente investigación se basó en el estudio de las diferentes plataformas rocosas de “ La Chocolatera – REMACOPSE” con diferentes niveles de protección como “la zona A – Zona de protección” que conserva áreas sobresalientes permitiendo el mantenimiento de la vida silvestre y servicio ecosistémico, en cambio “la zona B – Zona de uso sostenible”

existe presencia de actividades humanas, teniendo en muchos casos una relación estrecha de uso o aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (REMACOPSE, 2020).

En “La chocolatera – REMACOPSE” existe una investigación sobre biodiversidad y abundancia de macroinvertebrados marinos como poríferos, platelmintos, moluscos y cnidarios (Villota, 2014), donde se encuentra el orden *Zoantharia*, aunque estos organismos se encuentren involucrados en el estudio no tiene una investigación directa a la diversidad y abundancia de los Zoantharios, estos organismos han sido poco estudiados y se desconoce la extensión actual de las especies, haciendo de esta una investigación interesante, ya que se brindara información sobre este orden y proporcionará datos a estudios futuros.

Los *Zoantharios* son parte de la subclase Hexacoralia de la clase Anthozoa y son importantes bioindicadores que responden al estrés ambiental y climático, además brindan refugio a otros organismos bentónicos y embellecen el paisaje turístico. Sin embargo, son amenazados por la contaminación y el cambio climático, causados por la actividad humana.

Los principales factores que intervienen en el desarrollo y crecimiento son los ambientales, ya que son organismos que dependen de los parámetros físico- químicos de ambiente en donde se encuentran, para que su desarrollo sea el adecuado es

necesario que la temperatura, salinidad, pH, oxígeno y conductividad permanezcan regulados. Es crucial tomar medidas de protección y conservación de este orden, por este motivo el tema propuesto ha sido escogido con la intención de expandir conocimiento sobre su distribución y abundancia, también aportará conciencia sobre su importancia en el ecosistema marino costero y en un futuro ayudará a incitar a que nuevos investigadores se vean interesados.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar la abundancia y diversidad del orden Zoantharia en la plataforma intermareal rocosa de dos zonas con diferente nivel de protección en la Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena, mediante transectos y puntos estableciendo información de línea base.

### **5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los organismos del orden Zoantharia presentes en dos zonas rocosas mediante claves taxonómicas y análisis morfológicos.
- Analizar la influencia de los parámetros físico químicos en dos zonas rocosas previamente establecidas.
- Comparar la cobertura del orden Zoantharia en dos zonas rocosas en función al nivel de protección de la REMACOPSE.

## **6. HIPÓTESIS.**

**Hi:** La zona con categorización “alta protección” en la REMACOPSE tiene mayor abundancia y diversidad del orden Zoantharia que la zona con categorización “Uso sostenible”.

## **7. MARCO TEÓRICO.**

### **7.1 ZONA INTERMAREAL ROCOSA.**

La zona intermareal rocosa se encuentra situada entre los ecosistemas marinos y terrestres expandiéndose desde marea baja hasta marea alta. Aunque se muestra una vista silvestre, es un ecosistema biológicamente muy diverso, donde podemos encontrar variedad de organismos que han evolucionado con adaptaciones anatómicas, fisiológicas y de comportamiento para poder habitar en este ecosistema. En esta zona los diferentes organismos se encuentran exhibidos a diferentes cambios físicos y perturbaciones externas, como balanceo de temperatura, humedad, radiación solar, oleaje y predadores tanto marinos como terrestres ( Martínez et al., 2022).

Fernández y Jimenez (2006) señalan que la zona intermareal rocosa presenta poca uniformidad en las cualidades del sustrato y una extensa diversidad de factores incidentes, así como los factores físico-químicos (exposición del oleaje, temperatura, desecación, salinidad, oxígeno, luz y superficie de fijación), biológicos (competencia, depredación y reclutamiento) y la interacción constante con las subida y bajada de las mareas.

Esta zona está compuesta por otras subzonas que se denominan: supralitoral, intermareal o mesolitoral, infralitoral (Vázquez, 2019) y se caracterizan por presentar

diversos procesos físicos – químicos y biológicos, además de poseer una diversidad de especies (Mann & Lazier, 2005).

La zona supralitoral está constituida por influencia marina solo durante temporadas largas, su límite superior es calificado por una variación repentina de la pendiente o en la composición y disposición del material, las formas que la representan son dunas y bermas. En cambio, la zona intermareal comprende entre los límites superior e inferior del oleaje en condiciones de bonanza pueden encontrarse presentes escalones, topografía rítmica o barras de arena, al igual que la zona infralitoral, esta cubre desde la base de la zona mesolitoral hasta el límite de acción del oleaje durante los temporales (Guillén & Díaz, 1990).

### **7.1.1 Formación e importancia de los arrecifes rocosos.**

Los arrecifes rocosos son igual de importantes que los coralinos estos están conformados por rocas de diversos tamaños ( Martínez, 2021), estos ecosistemas son campos productivos que ayudan a invertebrados, algas y diversidad de peces brindando soporte y protección, su compleja estructura superficial del arrecife proporciona una variedad de microhábitats, lo que conduce a una amplia variedad de especies coexistentes (Bravo et al., 2020).

### **7.1.2 Diversidad e importancia de los organismos en la zona rocosa intermareal.**

La diversidad de las especies en el ecosistema rocoso intermareal es alta, entre los que se encuentran cnidarios, moluscos, equinodermos, crustáceos y algas; un factor primordial de estos organismos es que son indicadores de anomalías tanto a corto como a largo plazo, por la razón de que las especies tienen un ciclo de vida corto, contando con un valor indicador temporal intermedio que integra a diferentes componentes biológicos con respuesta en un corto lapso de tiempo (Montero & Brito, 2019).

### **7.2 CNIDARIOS.**

El filo cnidaria debe su nombre a la presencia de células llamadas cnidocitos, son organelos que se encuentran en el interior del organismo y sus principales características es que son adhesivos o punzantes (Genzano et al., 2014), este es un grupo de animales que incluyen organismos acuáticos (principalmente marinos) su cuerpo es gelatinoso con tentáculos y sobre todo su alimentación es carnívora. Su estructura es simple con simetría radial, es decir, un cuerpo bien equilibrado alrededor de un eje central (Lazcano et al., 2020), dentro de este grupo podemos encontrar a las medusas, anémonas, corales, abanicos de mar, entre otros. Todos poseen tentáculos u otras

estructuras cubiertas de cnidocitos (Lazcano et al., 2020), conociéndose así como organismos simples anatómica y fisiológicamente (Gasca & Loman-Ramos, 2014).

### **7.3LOS CORALES.**

Los corales son animales cnidarios que albergan comunidades microbianas complejas (Hackerott et al., 2021), estos organismos son capaces de aportar grandes beneficios al ecosistema que habitan, por su capacidad de crear diversas comunidades, tener la capacidad de adaptación en un tiempo limitado y sufrir alteraciones para lograr adaptarse a cambios bruscos de su entorno, lo que los hace ver como bioindicadores (Goenaga, 1991). Estos pueden estar conformados por un solo organismo o por cientos o millones de pólipos que forman colonias con formas de clones de manera colonial o solitaria (Barrios et al., 2000).

Estos individuos habitan en aguas tropicales cercanas a la costa, hasta donde se encuentren expuestos a la luz solar, esto se debe a que contienen organismos denominados Zooxantelas que obtienen sus nutrientes por medio de la fotosíntesis de las algas que se encuentran a su alrededor además, poseen tentáculos que contienen veneno ayudándolos a capturar su presa, esta herramienta por lo general es utilizada en la noche (Reina, 2015).

Los corales se pueden clasificar en dos grandes grupos: los octocorales, también denominados corales blandos o ahermatípicos y los hexacorales o hermatípicos conocidos como corales duros (Sheppard et al., 2010).

### **7.3.1 Importancia de los corales**

Los corales son organismos formadores de arrecifes, estos ecosistemas tienen un elevado valor biológico por la biodiversidad que alojan, además brindan diferentes servicios ambientales para el ser humano. Por otro lado, promueven la pesca artesanal por lo que dan alojamiento a diferentes organismos y de manera indirecta contribuye a las actividades pesqueras de gran escala como es la pesca pelágica, además, los arrecifes generan millones de dólares al año por ser considerados un atractivo turístico donde se pueden realizar un sin número de actividades recreativas como buceo. (Alquezar & Boyd, 2007).

Los arrecifes coralinos son ecosistemas que absorben energía de las olas y ayudan a prevenir la erosión de los bordes costeros. Reducen los daños causados por tormentas, huracanes y otros ciclones, así como, en cierto modo, la energía de los tsunamis. Protegiendo así los ecosistemas que se encuentran entre los arrecifes y las costas, como las comunidades de humanos que se encuentran junto al mar (Rodríguez et al., 2022).

### **7.3.2. Características de los corales hexacorallia**

La subclase Hexacorallia tiene el orden *Zoantharia*, más conocido como *Zoantharios* se encuentra formado por organismos coloniales (Herberts, 1987). Se caracterizan por contar con dos filas de tentáculos, un sifonoglifo y vivir en colonias (Reimer et al., 2004; Sinniger et al., 2005). Además, gran parte de los *Zoantharios* utilizan partículas minerales como espículas de esponjas, arena, escleritos de octocorales, etc. traídas por las corrientes del mar para ayudar a su estructura, esta acción ocasiona que se dificulte su identificación al no poder realizar una disección o un corte transversal (Reimer & Cleveland, 2009).

## **7.4 ORDEN: ZOANTHARIA**

El orden *Zoantharia* pertenece a la clase Anthozoa, subclase Hexacorallia, normalmente conocidos como *Zoanthus* según Herberts (1987), son organismos bentónicos que habitan en zonas rocosas y parcialmente sumergidas con exposición directa a la luz solar (Montenegro et al., 2020), se los conoce como alfombras marina, son sésiles, diblásticos y carecen de esqueleto calcáreo. La sistematización de este orden ha ido cambiando con el pasar de los años y se basa en caracteres morfológicos y moleculares (Acosta et al., 2005), cuenta con numerosos mesenterios, con dos orientaciones una dorsal con mesenterios imperfectos y otra ventral con mesenterios

perfectos donde el Macrocneminae es perfecto en su quinto par y el Brachycneminae en su quinto par de mesenterios es imperfecto (Stachowitsch, 2008).

### 7.4.1 Taxonomía

Con el pasar de los años la estructuración taxonómica a dado un giro inesperado por la razón de que se encuentra ligada a sus características morfológicas (forma, color, relación con el sustrato, número de tentáculos) y moleculares para facilitar su identificación y clasificación (Barreiro & Garcia, 2022). Este orden se divide en dos subórdenes *Brachycnemina* que cuenta con tres familias: *Sphenopidae* (géneros *Palythoa*, *Protopalythoa*, *Sphenopus*), *Zoantidae* (*Zoanthus*, *Isaurus* y *Acrozoanthus*) y *Neozoanthidae* (*Neozoanthus*); mientras tanto el suborden *Macrocnemina* está conformada por dos: *Parazoanthidae* (géneros *Parazoanthus*, *Isozoanthus* y *Savalia*) y *Epizoanthidae* (géneros *Epizoanthus*, *Paleozoanthus* y *Thoracactis* (Burnett, 1996).

**Reino:** Animalia

**Filo:** Cnidaria (Hatschek, 1888)

**Clase:** Anthozoa (Ehrenberg, 1831)

**Subclase:** Hexacorallia (Haeckel, 1896)

**Orden:** Zoantharia (Rafinesque, 1815)

**Suborden:** Brachycnemina (Haddon & Shackleton, 1891)

**Familia:** Sphenopidae (Hertwig, 1882)

**Familia:** Zoanthidae (Rafinesque, 1815)

**Familia:** Neozoanthidae (Herberts, 1972)

**Suborden:** Macrocnemina (Haddon & Shackleton, 1891)

**Familia:** Parazoanthidae (Delage & Hérouard, 1901)

**Familia:** Epizoanthidae (Delage & Hérouard, 1901)

### **7.4.2 Hábitat**

El orden Zoantharia se lo puede encontrar principalmente en arrecifes de coral que se encuentren parcialmente sumergidos, donde pueden llegar a colonizar la zona intermareal y submareal, es necesario que la zona esté completamente expuesta a la luz solar y su sustrato sea rocoso por ende su crecimiento es a modo de tápate (Clemente et al., 2022). Según Reimer et al. (2021) informan que también se han registrado asentamientos de *Zoanthus* sobre objetos artificiales que son producto de la contaminación humana.

### **7.4.3 Alimentación**

Como la mayoría de corales los *Zoanthus* contienen microalgas llamadas zooxantelas estas ayudan a cubrir el 90% de energía del organismo por medio de un proceso denominado fotosíntesis (Costa et al., 2013), aunque, los *Zoanthus* también se alimentan de manera heterotrófica filtrando partículas que son arrastradas por las corrientes marinas, por esta razón se los conoce como organismos mixotróficos (Clemente et al., 2022).

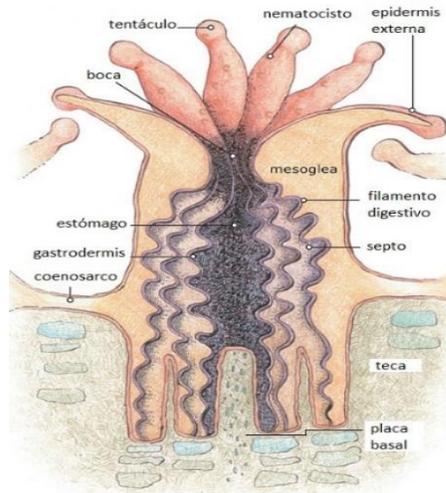
#### **7.4.4 Distribución geográfica del orden Zoantharia**

Se distribuyen en regiones tropicales y subtropicales del Pacífico, Atlántico, Caribe, Índico, Mar Rojo y algunas del mediterráneo (S. Acosta & Duarte, 2005), en aguas poco profundas por la razón de que tiene una dependencia directa con la luz solar para realizar la fotosíntesis (Costa et al., 2013).

#### **7.4.5 Reproducción**

El orden *Zoantharia* se reproduce de manera sexual y asexual, aun no se ha podido comprobar en las aguas cercanas a Ecuador cuáles son sus ciclos anuales de reproducción (Ryland, 2011). La reproducción asexual es por gemación, en cambio, la sexual en la mayoría de especies son unisexuales expulsando en el agua todos sus gametos por medio de la boca, dando así el siguiente paso que es la fecundación (Brusca & Brusca, 2005).

### 7.4.6 Características morfológicas



**Figura 1.** Morfología los corales.  
**Fuente:** Vega, 2018.

Su principal característica morfológica son sus dos filas de tentáculos, un surco ciliado que permite la entrada y salida del agua con la boca cerrada. La boca se encuentra en el disco oral, luego encontramos la faringe muscular que se extiende hasta la cavidad gastrovascular, esta es encargada de las absorción y distribución de nutrientes por todo el organismo. Cuenta con músculos y ganglios en el ectodermo en la columna, una mesoglea ramificada por canales ectodermales, los pólipos están conectados por una cemenquima, tienen un comunicación con otros pólipos por medio de canales ectodermales basales (Barreiro & Garcia, 2022).

## **7.5 Tipos de algas**

### **7.5.1 Chlorophyta**

Las algas verdes o Chlorophyta abarcan uno de los grupos más abundantes tanto de género como de especies, contiene aproximadamente 8000 especies repartidas en 500 géneros. Si hacemos referencia con otro grupo de algas, esta es la que más distribución cubren, encontrándose en diferentes ambientes como marinos, terrestres y dulceacuícolas (Fernández & Alvarado, 2008). Cuentan con un importante valor ecológico para los ecosistemas costeros, cumpliendo la función de consolidar y fijar el sustrato utilizando sus rizoides para disminuir la erosión, de igual manera sirve de alimento a diferentes organismos que se encuentran a su alrededor (Mendoza-González et al., 2018).

### **7.5.2 Rodophyta**

Las Rodophytas o también conocidas como algas rojas contienen biliproteínas, que contribuyen al color verde de la clorofila a y b; su pared celular almacena fibrillas de celulosa, galactosa sulfatada como el agar y carragenanos, también cuentan con material de reserva que acumulan almidón. Estos organismos se los encuentra presentes

en el medio marino, representa uno de los grupos más variados de las algas bentónicas (Ortiz, 2011).

### **7.5.3 Phaeophyta**

Las Phaeophytas o algas pardas, cuentan con una tonalidad muy variable, esto es ocasionado a la elevada cantidad de xantofilas como fucoxantina y flavoxantina, también cuentan con clorofila a y c. Estos organismos pueden ser tanto eucariotas como pluricelulares y tienen una morfología variada, se la encuentra solo en ecosistemas marinos y generalmente son filamentosas, pueden llegar a medir hasta 200m de largo por lo que tienen un crecimiento acelerado (Ortiz, 2011).

## **7.6 FACTORES FÍSICO – QUÍMICOS QUE ALTERAN EL EQUILIBRIO DEL ECOSISTEMA MARINO.**

### **7.6.1 pH**

El pH en los ecosistemas marinos se lo determina porque permite hacer inferencias sobre el sistema de carbonatos de calcio en el agua de mar (Vilchis-Barrera et al., 2023). También es el que se encarga de completar la cantidad de iones de hidrógeno que se encuentran en la columna de agua y de concluir todos los procesos

biológicos en el ambiente marino, estudios demuestran que gran parte de los corales requieren un rango de pH entre 6,5 y 8,5, por los diferentes factores a los que la columna de agua se ve expuesta verían y los organismos se estresan sin logran adaptarse (Pluas, 2022).

### **7.6.2 Salinidad**

La salinidad está compuesta por distintas sales minerales la encontramos diluida en el agua, se la localiza en el agua o en el suelo y su cantidad es diferente del área donde se encuentre y depende de qué procesos naturales se vayan a realizar (Sapínque, 2022). Los valores adecuados para los corales que según estudios se consideran apropiados es de 34 y 38 ups (Arias, 2021).

### **7.6.3 Temperatura**

La temperatura del mar depende mucho de las corrientes de Humboldt y la corriente del niño, gracias a esto se puede identificar las diferentes zonas geográficas donde se observa vegetación variada y hábitat de diversos organismos según la temperatura que requieran (Augusto, 2019). La temperatura tiene relación con la conductividad, por ende la diversidad y abundancia se disminuye en los meses fríos de

junio a noviembre y cálidos de diciembre a mayo en Ecuador (Sapinique, 2022). La temperatura adecuada para los corales es de 3°C a 32°C.

#### **7.6.4 Oxígeno**

El oxígeno disuelto se ve afectado por un comportamiento cíclico, por ende es un factor primordial en el ecosistema y al introducirse al mar se empieza a disolver, que es utilizada por todos los organismos para su respiración (Pluas, 2022).

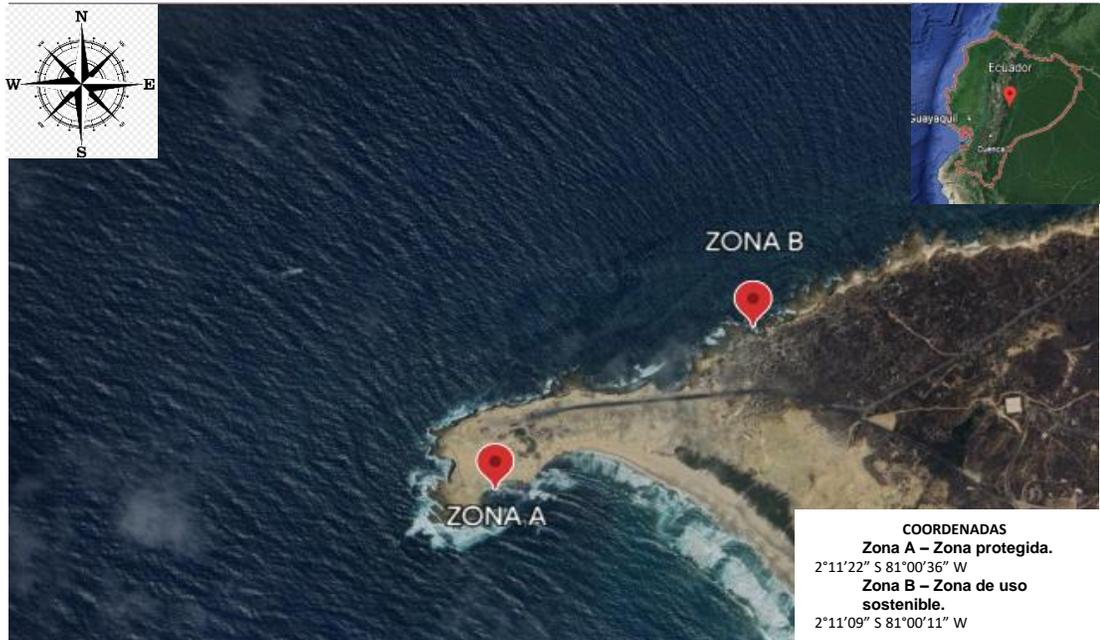
#### **7.6.5 Conductividad**

La conductividad del mar se refiere a la capacidad del agua del mar para conducir la electricidad. Esta propiedad está relacionada con la cantidad de sales disueltas en el agua y es un parámetro importante en el estudio de la química y la física del océano, la conductividad adecuada para los corales va de 50 a 60 mS/cm.

## **8. MARCO METODOLÓGICO**

### **8.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.**

El presente estudio se llevó a cabo en la zona de la chocolatera en la Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena (REMACOPSE), está ubicada en la provincia de Santa Elena en el cantón Salinas, a pocos kilómetros de la cabecera cantonal en las coordenadas 2°11'23" S 81°00'28" W (Figura 2). Una particularidad de esta reserva de producción es que, cierta parte de su territorio es zona militar, por ende, se encuentra bajo la jurisdicción de las tres entidades de la FAE (Fuerzas Armadas del Ecuador), de las cuales se encuentran en funcionamiento: la Escuela Superior Militar de Aviación, la Escuela Superior Naval y el Fuerte Militar Salinas (REMACOPSE, 2020).



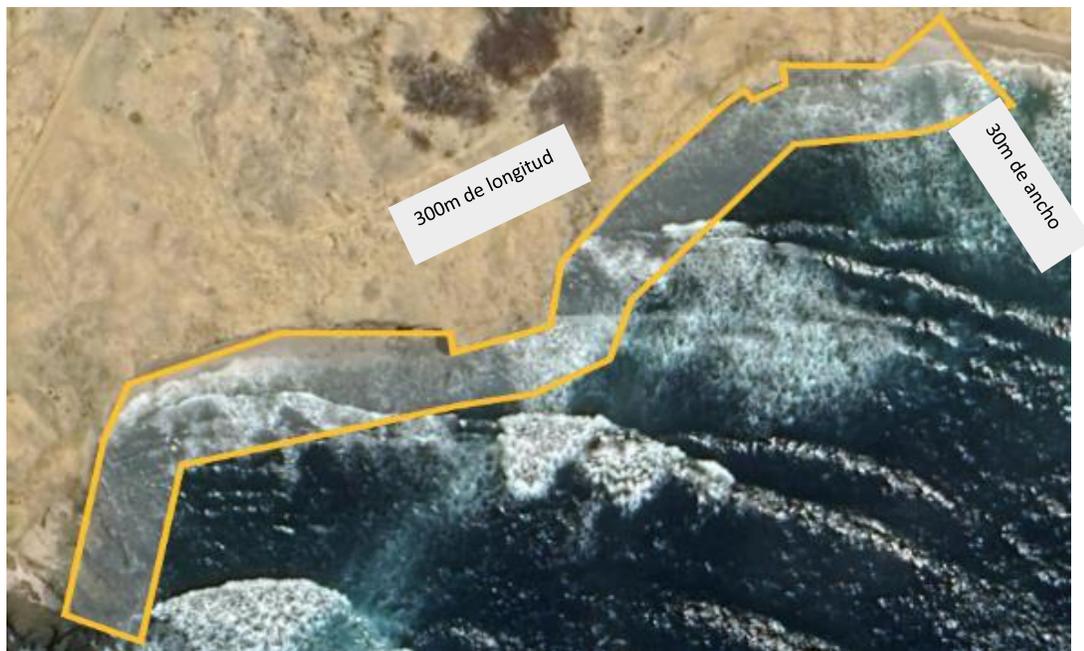
**Figura 2.** Ubicación del área a estudiar “La chocolatera- REMACOPSE”

**Fuente:** Google Earth, 2022 modificado Cruz,2023.

## 8.2 ÁREA DE ESTUDIO.

La presente investigación se llevó a cabo en dos zonas de estudio del área protegida, la zona A está categorizada como zona protegida (ZP), por ende, se protegen ecosistemas y especies en estado de conservación, en algunos casos pueden presentarse amenazas que ponen en riesgo su conservación a largo plazo. La zona B se categoriza como zona de uso sostenible donde existe la presencia de huella humana, sabiendo que en algunos casos se da una estrecha relación de uso o beneficio sostenible de recursos naturales (REMACOPSE, 2020).

El área de estudio se estableció en la zona A y la zona B de la Chocolatera – REMACOPSE en la provincia de Santa Elena. Las plataformas rocosas de la zona A tienen una longitud de 300m y 30m de ancho, cubriendo una extensión de 9000m<sup>2</sup> y en la zona B la longitud es de 110m y 40m de ancho, con una extensión total de 4400m<sup>2</sup> (Figura 3 y 4)



**Figura 3.** Zona A con 300m\* 30m, con una extensión 9000m<sup>2</sup>.

**Fuente:** Google Earth, 2022 modificado Cruz,2023.



**Figura 4.** Zona B con 110m\* 40m, con una extensión 4400m<sup>2</sup>.  
**Fuente:** Google Earth, 2022 modificado Cruz,2023.

### 8.3 MATERIALES

Para los muestreos y observaciones de los *Zoanthus* encontrados en las zonas de estudio se usaron diferentes materiales para campo y oficina.

### 8.4 METODOLOGÍA

La presente investigación adopta un enfoque descriptivo y cuantitativo, en el cual se ha recopilado principalmente información cuantificable para realizar un análisis estadístico y comparativo. Este enfoque ha permitido establecer una conexión entre los datos obtenidos y la metodología aplicada en la investigación (Álvarez, 2011). Se han implantado dos fases que son el trabajo de campo y laboratorio para su identificación.

## **8.5 PERMISO DE INVESTIGACIÓN**

Para realizar este estudio se adquirió el permiso de investigación con el código MAATE-ARSFC-2023-3101 emitido por la entidad correspondiente (Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica), en el que se permite la Autorización de Recolecta de Especímenes de Especies la Diversidad Biológica Sin Fines Comerciales para Investigación Científica, el Ministerio de Ambiente, Agua, en uso de las atribuciones que le confiere la Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, al haber ejecutado los parámetros administrativos, técnicos y legales, establecidos por la ley.

## **8.6 TRABAJO DE CAMPO**

Los monitoreos fueron realizados 2 veces por semana cada 15 días durante 2 meses, en bajamar, para lo cual se utilizó como referencia la tabla del INOCAR (2023), al llegar a las zonas se utilizó el método de transectos por línea y punto (cuadrante), dicho método permitió recolectar datos de abundancia, diversidad y cobertura según Rogers et al. (1994) cada transecto tuvo una distancia de 10m de longitud, colocando de forma vertical un cuadrante de 1m<sup>2</sup> con 10 m de distancia de forma intercalada, en cada punto se realizó la extracción de 5 muestras de diferentes especies de *Zoanthus*, mediante la metodología de Varela et al. (2002) .

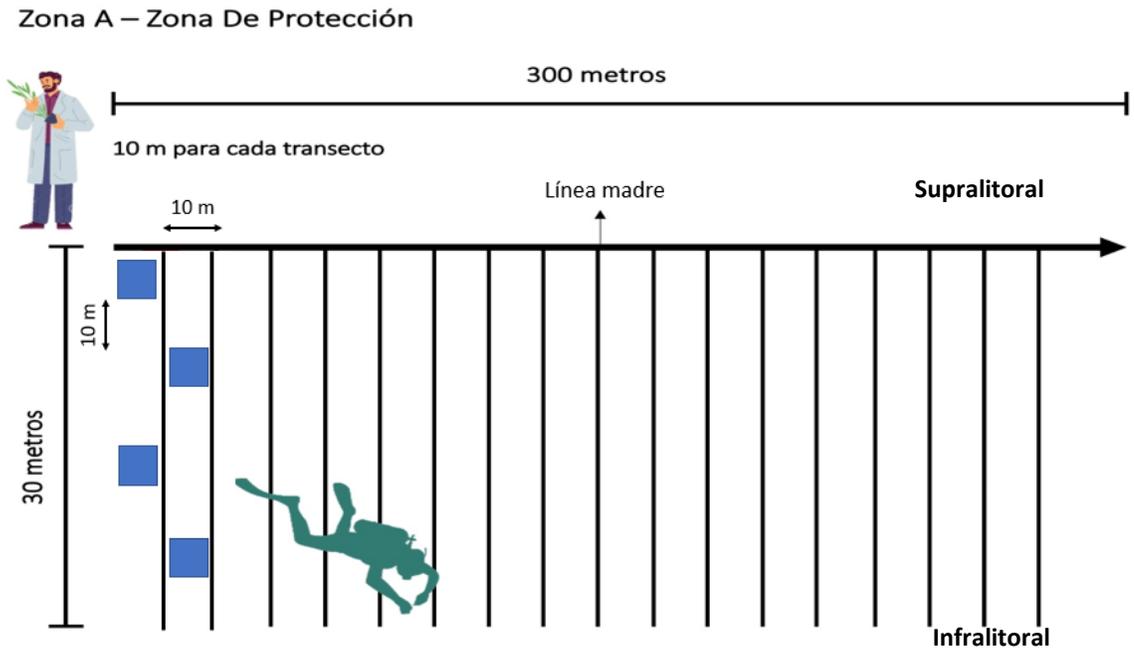
## **8.7 DISEÑO DE MUESTREO DE LAS ZONAS DE ESTUDIO.**

En la zona A se utilizaron 30 transectos en el sustrato de forma paralela a la línea de marea usando cuadrantes de  $1\text{m}^2$ , tomando una distancia de 10 m por transecto y por cuadrante de un extremo inicial al final cubriendo una extensión de  $9000\text{m}^2$ .

La zona de estudio B se usaron 11 transectos en el sustrato de forma paralela a la línea de marea usando cuadrantes de  $1\text{m}^2$ , tomando una distancia de 10 m por transecto y por cuadrante de un extremo inicial al final cubriendo una extensión de  $4400\text{m}^2$  (Figura 3 y 4)

## **8.8 DISEÑOS DE MUESTREO PARA EL CONTEO DE LOS CORALES COLONIALES**

Para la obtención de la abundancia de *Zoanthus* se procede a realizar el recuento de las especies, por medio de NaGISA (método empleado en el censo de especies), por ende, cada cuadro que forma el cuadrante equivale al 1% y después se multiplica por 100, facilitando así los resultados de la cobertura de todos los organismos en porcentaje (González et al., 2017). Se usó el programa de Excel 2021 para tabular los resultados obtenidos.

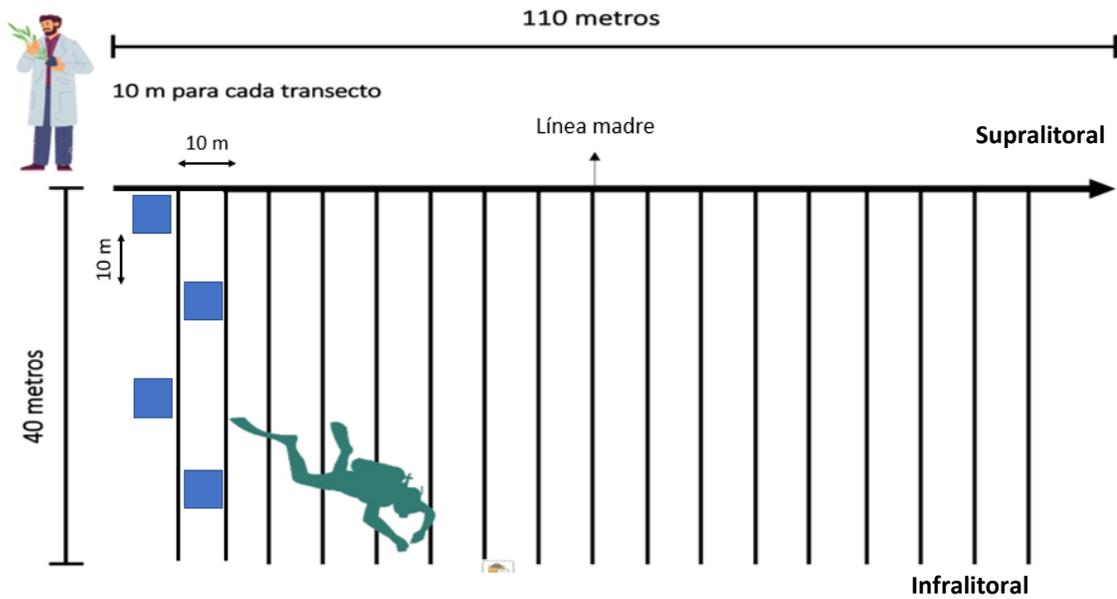


**Figura 5.** Esquematización de la metodología de Garrison y Franke (1994) Zona A- Zona de protección.

**Fuente:** Barreiro y García, 2022 modificado por Cruz, 2023.

En la zona A (Zona de alta protección) se coloca un total de 90 cuadrantes, situando 3 cuadrantes por cada transecto que se ubicaron de manera perpendicular a la zona supralitoral con un total de 30 transectos como está especificado en la figura 5.

### Zona B – Zona DeUso Sostenible



**Figura 6.** Esquematación de la metodología de Garrison y Franke (1994) Zona B- Zona de uso sostenible.

**Fuente:** Barreiro y García, 2022 modificado por Cruz, 2023.

La zona B (Zona de Uso Sostenible) contó con 44 cuadrantes de manera perpendicular a la zona supralitoral y 11 transectos donde se colocó 4 cuadrantes por cada transecto cubriendo toda la zona de estudio (Figura 6).

## **8.9 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.**

Para realizar las respectivas mediciones de pH, temperatura, oxígeno disuelto y conductividad se utilizó un multiparámetro marca HACH HQ Series y para la salinidad un refractómetro marca Vee goe, los cual fueron introducidos en el agua ayudándonos a obtener resultados confiables.

## **8.10 RECOLECTA DE MUESTRAS ZOANTHIDOS.**

En las zonas A y B se fotografió a los organismos encontrados con una cámara canon m50, para así identificar el área de cobertura de las colonias, luego se realizó extracción de muestras de la cual los datos recolectados se plasmó en un registro, para la extracción de muestras se utilizó un método manual, con un cincel o pala pequeña, estas herramientas nos ayudó a separar de forma correcta las muestras sin causar algún daño, luego de extraer las muestras se colocó en un envase para muestras rotulado con una solución  $MgCl_2$  al 7% agua de mar y posteriormente se colocó en formalina al 5% y se almacenó en un cooler a 7°C (Varela et al., 2002).

## **8.11 TRABAJO DE LABORATORIO**

Para realizar la identificación morfológica de los organismos se utilizó la metodología empleada por Jaramillo et al. (2018), por ende, se examinó cuidadosamente las características morfológicas de las O. Mediante esta metodología se obtuvo datos de medidas de cada pólipo (diámetro del disco oral), características del músculo esfínter, colores de su columna, número de tentáculos, septos, colénquima y mesenterios.

Luego de haber extraído y conservado las respectivas muestras se realizó los análisis morfológicos correspondientes en las instalaciones del laboratorio, perteneciente a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

## **8.12 IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE ZOANTHIDOS**

Para realizar la identificación taxonómica de los *Zoanthus* se utilizó las guías de:

- Corales Esclerentínios de Colombia, autores Javier Reyes Nadiezhda Santo domingo Paola Flórez, 2010

- Visual Guide of the marine biodiversity of Guanahacabibes. I – Anemones (Anthozoa: Actiniaria, Corallimorpharia, Ceriantharia & Zoanthidea), autores Oscar Ocaña, Leopoldo Moro, Jesús Ortea, José Espinosa y Manuel Caballer, 2007
- Evaluación de la diversidad zoanthariana del Pacífico oriental tropical a través de un enfoque integrador, autores Karla B. Jaramillo, Miriam Reverter, Pablo O. Guillén, Gracia McCormick, Jenni Rodríguez, Frederic Sinniger y Olivier P. Thomas, 2018.
- Abundancia y Diversidad de Zoanthus en la plataforma intermareal rocosa de Las puntas (Ayangué) y El Faro (Ballenita), Provincia de Santa Elena, Ecuador, autor Carolina Pluas, 2022.
- Species Diversity of Shallow Water Zoanthids (Cnidaria: Anthozoa: Hexacorallia) in Florida, James Reimer, Colin Foord, Yuka Irei, 2012.
- Evaluación de la Interacción entre Zoantidos y Poríferos en Base a su Nivel de Cobertura Espacial en Anconcito y San Lorenzo Provincia de Santa Elena, Autores Samantha Barreiro, Frowen García, 2022.
- Size-defined morphotypes in Zoanthus (Hexacorallia: Zoantharia) populations on shores in KwaZulu-Natal, South Africa, Ryland, 2015.

Luego de la recolección de características morfológicas e identificación, se envió la información recolectada a la Dr. Karla Jaramillo para que verifique y certifique su correcta identificación de las especies.

## 8.13 PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Se determinaron los datos obtenidos *in situ* a través de índices ecológicos, usando Shannon- Weaver (1949) para la riqueza de especies (cobertura) y de Simpson (1960) para dominancia de especies (cobertura).

Después de obtenidos los datos de las coberturas durante los muestreos, se determinó la normalidad de los mismos utilizando una prueba de Anderson-Darling. Luego, se realizó una prueba de igualdad de varianzas (homocedasticidad de Levene). Así mismo, se aplicó el test no paramétrico de kruskal wallis ( $p > 0,05$ ).

Todas las pruebas estadísticas se realizaron usando el programa MINITAB versión 19.0

### 8.13.1 Abundancia relativa (Hubbell, 2001)

Para la determinación de la abundancia relativa se utilizó la relación del número de individuos de una familia y el total de todas las familias, que se la representa en la siguiente fórmula:  $AR = (ni/N) * 100$

**Dónde:**

- **AR**= Abundancia relativa
- **ni** = Número de especies de una familia
- **N**= Sumatoria de todas las especies del área de estudio.

Recopilar los datos del cálculo de la abundancia relativa de las familias se percató en el número de especies de una familia (ni) como también el número total de especies dentro de todo el bajo estudiado (N).

### **8.13.2 Índice de Diversidad**

Para determinar la diversidad de las especies de cada zona de estudio se utilizó el índice de Shannon Weiner (1949). El índice se representa como “H” que será expresada con un número positivo, su valor normal se encuentra entre 2 y 3, valores inferiores son considerados bajos en diversidad y se considera altos cuando sobrepasa los 3. La fórmula de cálculo sería la siguiente:

$$H' = \sum p_i \times \log_2 p_i$$

Donde:

**P<sub>i</sub>**: Proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie *i*:  $\frac{n_i}{N}$ ).

**n<sub>i</sub>**: Número de individuos de la especie de todas las especies.

**N**: número de todos los individuos de todas las especies

El índice muestra la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

### 8.13.3 Índice de dominancia.

La dominancia se determina utilizando el índice de Simpson (1960), dicho índice calcula la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie, tomando en cuenta la especie con mayor grado de importancia sin evaluar la contribución del resto de especie, es decir que mientras el valor se acerque más a uno existirá mayor dominancia de una especie y de una población, y cuando se acerque más a cero predominará la biodiversidad de un hábitat.

$$D = \frac{\sum_i^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde:

**D**= Índice de dominancia.

**S**= Número de especies.

**N**= Número total de organismos presentes.

**n**= Número de ejemplares por especie.

## 9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

### 9.1 Identificación del orden Zoantharia.

Se identificaron un total de 2 géneros: *Palythoa* y *Zoanthus*, 3 especies: *Palythoa* cf. *mutuki*, *Zoanthus* cf. *sociatus* y *Zoanthus* cf. *pulchellus* en la zona rocosa A y B de La Chocolatera, estos organismos viven en factores ambientales apropiados para su desarrollo y reproducción. Todas las especies con diferentes morfotipos fueron fotografiadas *in situ*. En la zona A se identificaron 3 especies del orden Zoantharia: a) La primera especie es *Palythoa* cf. *mutuki* con características distinguidas, como su tamaño y color del disco oral como se puede apreciar en la Figura 7; b) La segunda especie encontrada es *Zoanthus* cf. *sociatus* cuenta con coloración del disco oral, diseño del pólipo y tamaño de la columna característicos de su especie, de esta especie se registran 1 morfotipo que se puede observar en la Figura 10 y 11; c) La tercera especie es *Zoanthus* cf. *pulchellus*, esta especie presenta cualidades distintas a las demás especies en su disco oral, columna y tamaño, se identificó 1 morfotipo de esta especie (Figura 8 y 9).

En la zona B se identificó la especie *Zoanthus* cf. *Sociatus*, la misma que posee características propias de su especie, especialmente en el color de su disco oral, diseño y tamaño del pólipo, de esta especie se registra 1 morfotipo (Figura 10 y 11).

## TAXONOMÍA

**Reino:** Animalia

**Filo:** Cnidaria (Hatschek, 1888)

**Clase:** Anthozoa (Ehrenberg, 1831)

**Subclase:** Hexacorallia (Haeckel, 1896)

**Orden:** Zoantharia (Gray, 1832)

**Suborden:** Brachycnemina (Haddon & Shackleton, 1891)

**Familia:** Sphenopidae (Hertwig, 1882)

**Género:** *Palythoa* (Lamouroux, 1816)

**Especie:** *Palythoa* cf. *mutuki* (Haddon, 1891)



**Figura 7.** *Palythoa* cf. *mutuki*.

**Fuente:** Cruz,2023.

**Lugar de extracción:** Muestra # 1; recolectada en la zona A, en la fecha 26/06/2023 y con las coordenadas 2°11 '22 " S 81°00' 36" W.

**Hábitat:** Las colonias de esta especie se las encuentra sumergidas hasta máximo 3 o 4 m de profundidad, formando colonias en lo que es la zona de transición, los tamaños

de sus parches varían entre 24 x 53 cm situadas en el sustrato rocoso – arenoso formando colonias por la cenénquima aboral como podemos visualizar en la Figura 7.

**Descripción:** Esta especie presenta un disco oral de coloración verde claro con 44 – 50 tentáculos dicíclicos largos y finos. Su columna es de color marrón pálido midiendo 4.6 cm el pólipo completo tiene una medida de 5.5 cm, su disco oral abierto mide 8 cm y cerrado 4 cm de diámetro; la coloración de la cenénquima es marrón al igual que los tentáculos, los podemos encontrar adheridos a sustratos rocosos – arenosos.

**Alimentación:** La gran parte de su alimentación proviene de las columnas de agua extrayendo los zooplanctons que se encuentran distribuidos.

## TAXONOMÍA

**Reino:** Animalia

**Filo:** Cnidaria (Hatschek, 1888)

**Clase:** Anthozoa (Ehrenberg, 1831)

**Subclase:** Hexacorallia (Haeckel, 1896)

**Orden:** Zoantharia (Gray, 1832)

**Suborden:** Brachycnemina (Haddon & Shackleton, 1891)

**Familia:** Zoantharia (Bourne, 1900)

**Género:** *Zoanthus* (Lamarck, 1801)

**Especie:** *Zoanthus* cf. *pulchellus* (Duchassaing & michelotti, 1860)



**Figura 8.** *Zoanthus* cf. *pulchellus* (verde azulado).

**Fuente:** Cruz, 2023.

**Lugar de extracción:** Muestra # 2; recolectada en la zona A, en la fecha 26/06/2023

y con las coordenadas 2°11 '22 " S 81°00' 36" W.

**Hábitat:** Las colonias de esta especie se las encuentra sumergidas hasta máximo 0 o 1 m de profundidad, formando extensas colonias en lo que es la zona de transición, el

tamaño de sus parches puede variar entre 1.5 x 0.53m situadas en el sustrato rocoso – arenoso formando colonias por la cenénquima aboral como podemos visualizar en la Figura 8.

**Descripción:** Esta especie presenta un disco oral de coloración verde fosforescente con 52 – 56 tentáculos dicíclicos anchos y cortos. Su columna es de color marrón pálido midiendo 3.8 cm el pólipo completo tiene una medida de 4.2 cm, su disco oral abierto mide 0.7 cm y cerrado 0.4 cm de diámetro; la coloración de la cenénquima es azul verdoso al igual que los tentáculos, los podemos encontrar adheridos a sustratos rocosos – arenosos.

**Alimentación:** Su alimentación proviene del zooplancton que se encuentra presente en la columna de agua, esto lo adquiere por medio de la zooxantelas.

## MORFOTIPO # 1



**Figura 9.** *Zoanthus cf. pulchellus* (azul).  
*Fuente:* Cruz, 2023.

**Lugar de extracción:** Muestra # 3; recolectada en la zona A, en la fecha 26/06/2023 y con las coordenadas 2°11 '22 " S 81°00' 36" W.

**Hábitat:** Las colonias de esta especie se las encuentra sumergidas hasta máximo 0 o 1 m de profundidad, formando extensas colonias en lo que es la zona de transición, el tamaño de sus parches puede variar entre 28 x 43 cm situadas en el sustrato rocoso – arenoso formando colonias por la cenénquima aboral como podemos visualizar en la Figura 9.

**Descripción:** Esta especie presenta un disco oral de coloración azul claro con 60 – 62 tentáculos dicíclicos largos y delgados. Su columna es de color marrón pálido midiendo 6 cm el pólipo completo tiene una medida de 7.1 cm, su disco oral abierto mide 1.2 cm y cerrado 0.9 cm de diámetro; la coloración de la cenénquima es azul verdoso y los

tentáculos de coloración azul claro, los podemos encontrar adheridos a sustratos rocosos – arenosos.

## TAXONOMÍA

**Reino:** Animalia

**Filo:** Cnidaria (Hatschek, 1888)

**Clase:** Anthozoa (Ehrenberg, 1831)

**Subclase:** Hexacorallia (Haeckel, 1896)

**Orden:** Zoantharia (Gray, 1832)

**Suborden:** Brachycnemina (Haddon & Shackleton, 1891)

**Familia:** Zoantharia (Bourne, 1900)

**Género:** *Zoanthus* (Lamarck, 1801)

**Especie:** *Zoanthus* cf. *sociatus* (Ellis, 1768)



**Figura 10.** *Zoanthus* cf. *sociatus* (verde claro).

**Fuente:** Cruz, 2023.

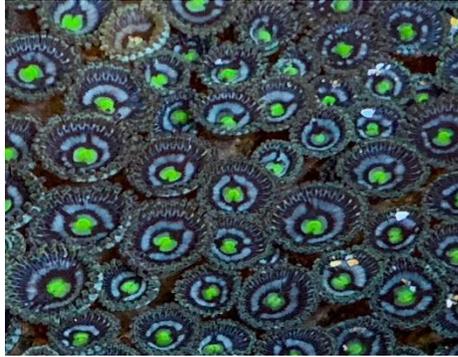
**Lugar de extracción:** Muestra # 4; recolectada en la zona A, en la fecha 26/06/2023 y con las coordenadas 2°11 '22 " S 81°00' 36" W – zona B 27/06/2023 con coordenadas 2°11 '09 " S 81°00' 11" W.

**Hábitat:** Las colonias de esta especie se las encuentra sumergidas hasta máximo 0 o 1 m de profundidad, quedando completamente expuestos a la luz solar cuando la marea baja, formando extensas colonias en lo que es la zona de transición, el tamaño de sus parches puede variar entre 18 x 27 cm situadas en el sustrato rocoso – arenoso formando colonias por la cenénquima aboral como podemos visualizar en la Figura 10.

**Descripción:** Esta especie presenta un disco oral de coloración verde azulado con 50 – 54 tentáculos dicíclicos anchos y cortos. Su columna es de color marrón pálido midiendo 8.5 cm el pólipo completo tiene una medida de 9 cm, su disco oral abierto mide 0.9 cm y cerrado 0.5 cm de diámetro; la coloración de la cenénquima es azul verdoso con tentáculos color verde claro, los podemos encontrar adheridos a sustratos rocosos – arenosos.

**Alimentación:** La alimentación de estos organismos se basa en realizar fotosíntesis mediante las zooxantelas para poseer los nutrientes necesarios, su dieta es a base de fitoplancton y zooplancton.

## Morfotipo # 1



**Figura 11.** *Zoanthus cf. sociatus (azul)*.  
*Fuente:* Cruz, 2023.

**Lugar de extracción:** Muestra # 5; recolectada en la zona A, en la fecha 26/06/2023 y con las coordenadas 2°11 '22 " S 81°00' 36" W – zona B 27/06/2023 con coordenadas 2°11 '09 " S 81°00' 11" W.

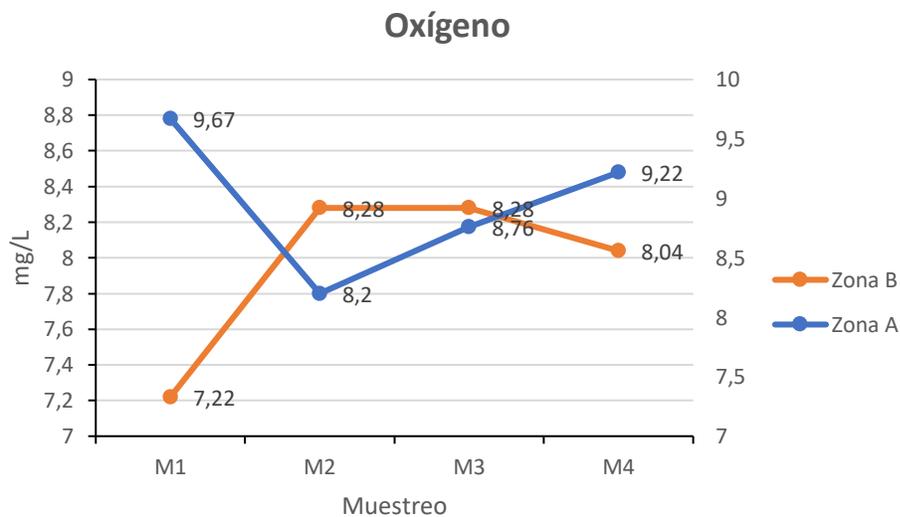
**Hábitat:** Las colonias de esta especie se las encuentra sumergidas hasta máximo 0 o 2 m de profundidad, formando extensas colonias en lo que es la zona de transición, el tamaño de sus parches puede variar entre 25 x 17 cm situadas en el sustrato rocoso – arenoso formando colonias por la cenénquima aboral como podemos visualizar en la Figura 11.

**Descripción:** Esta especie presenta un disco oral de coloración verde fosforescente con 56 – 60 tentáculos dicíclicos anchos y cortos. Su columna es de color marrón pálido midiendo 3.1 cm el pólipo completo tiene una medida de 3.6 cm, su disco oral abierto

mide 0.7 cm y cerrado 0.3 cm de diámetro; la coloración de la cenénquima es azul oscuro con tentáculos color azul verdoso, los podemos encontrar adheridos a sustratos rocosos – arenosos.

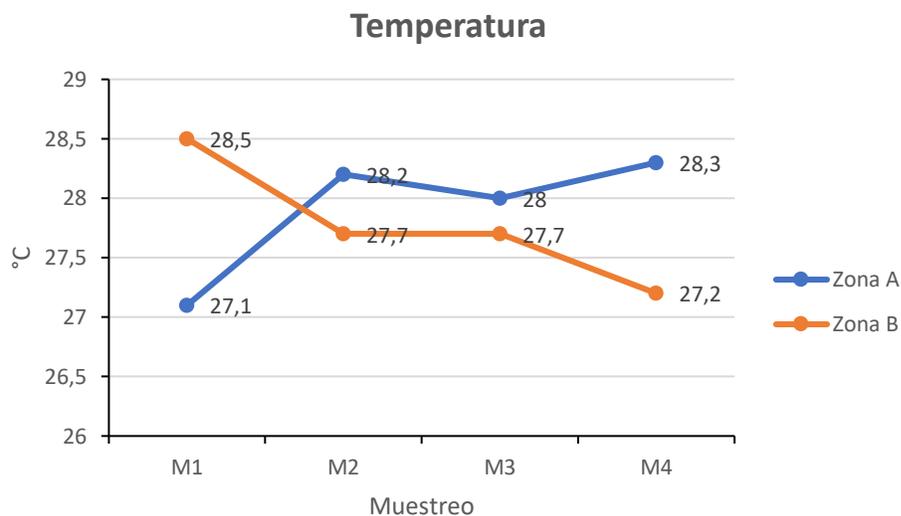
## 9.2 INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS

Se realizó la relación en la zona A (ZAP) y la zona B (ZUS) durante los periodos de mayo a junio se realizaron cuatro muestreos se puede observar que los niveles de oxígeno se encuentran en un rango de 7 a 8 mg/L. Los niveles de oxígeno con valores más elevados son los de la zona A. haciendo énfasis en que en el muestreo #2 los valores de oxígeno son muy parecidos sin mostrar diferencias significativas (figura 12).



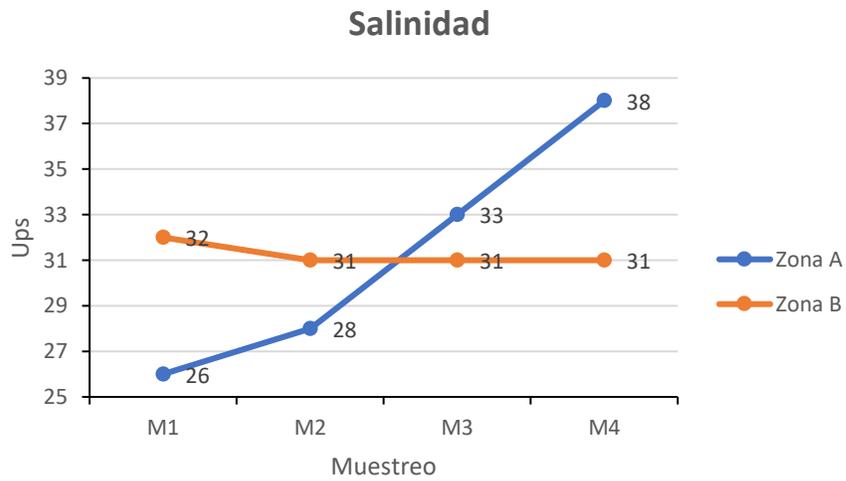
**Figura 12.** Relación del oxígeno en la zona A (ZAP) y la zona B (ZUS).

En la figura 13, nos demuestra la relación entre la zona A (ZAP) y la zona B (ZUS), en la etapa de muestreos que se realizaron en mayo y junio, se observa que no hubo diferencias negativas durante los meses de muestreos, por el motivo de que la temperatura va de 27 a 28 °C sin demostrar ni altas ni bajas de temperatura.



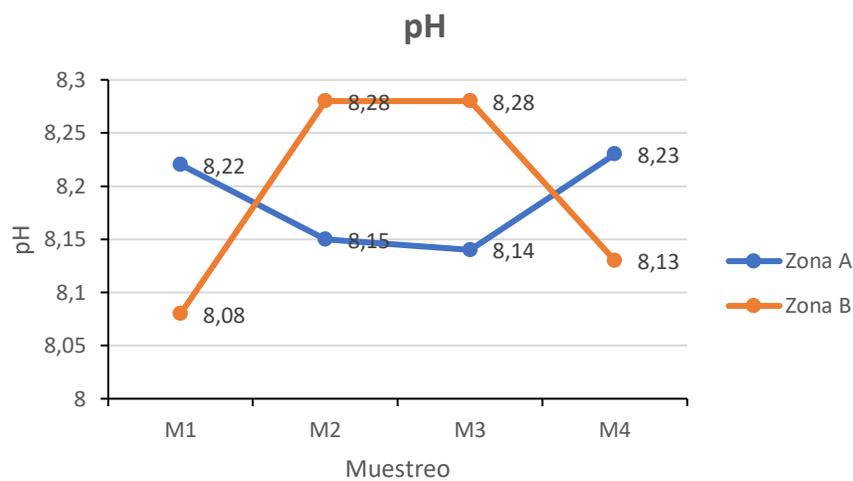
**Figura 13.** Relación de la temperatura en la zona A (ZAP) y la zona B (ZUS).

Según la comparación realizada en la zona A (ZAP) y la zona B (ZUS), podemos decir que en el primer mes de muestreo podemos observar que la salinidad es baja por la lluvia ocasionada en el mes de mayo, evidenciando que en los dos últimos muestreos que son en junio se observa una elevación de la salinidad debido a las escasas lluvias (Figura 14).



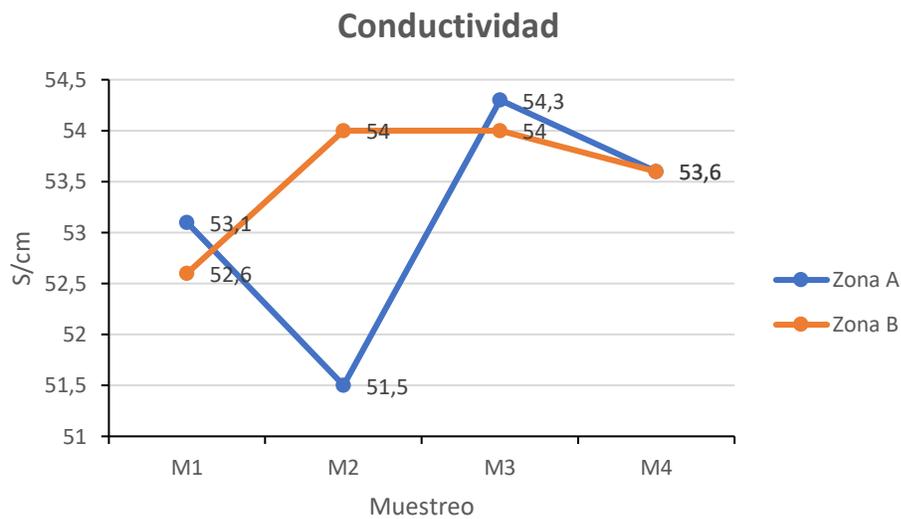
**Figura 14.** Relación de la salinidad en la zona A (ZAP) y la zona B (ZUS).

La figura 15, nos indica que la relación de ph, nos demuestra que en la zona A (ZAP) y la zona B (ZUS) existe un nivel de pH que va desde 8 a 8.03, sin mostrar diferencias significativas, los pequeños cambios que se observan pueden ocasionarse por las especies que habitan en las dos zonas.



**Figura 15.** Relación del pH en la zona A (ZAP) y la zona B (ZUS).

En la comparación de conductividad realizada en la zona A (ZAP) y la zona B (ZUS) durante mayo y junio en los cuatro muestreos realizados, se observa que los valores se encuentran en el rango de 51 a 54 mS/cm, siendo el muestreo # 2 de la zona A (ZAP) el que cuenta con un valor más bajo a todos los muestreos y predominando el muestreo # 3 con un valor de 54 mS/cm (figura 16).

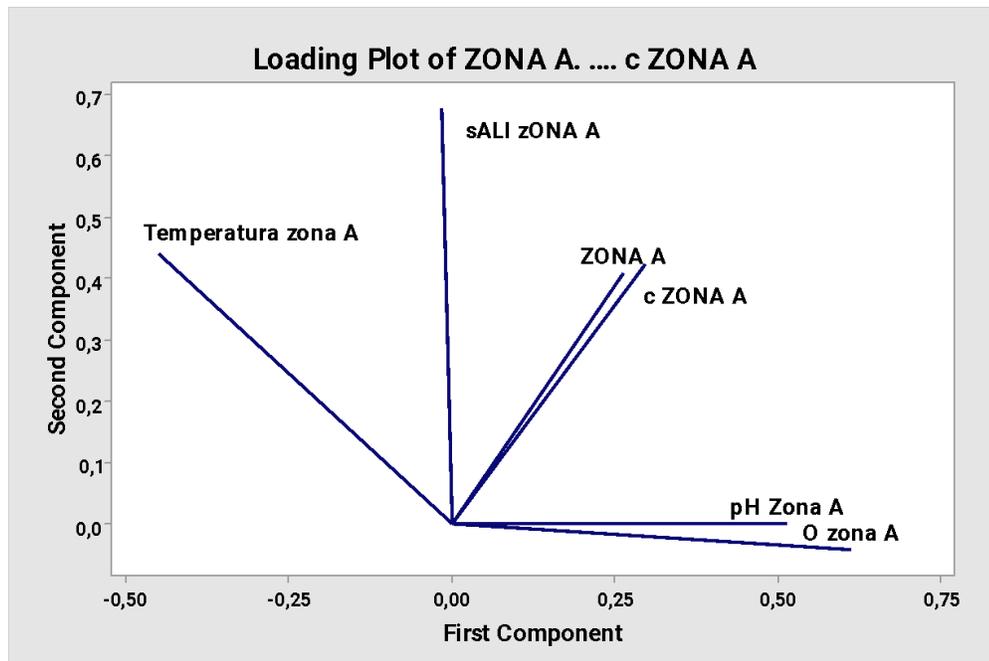


**Figura 16.** Relación de la conductividad en la zona A (ZAP) y la zona B (ZUS).

### 9.2.1 Zona A (ZAP)

Se realizó un análisis de componentes principales verificando la posible existencia de correlaciones entre las variables estudiadas. Evidenciándose, que existe una

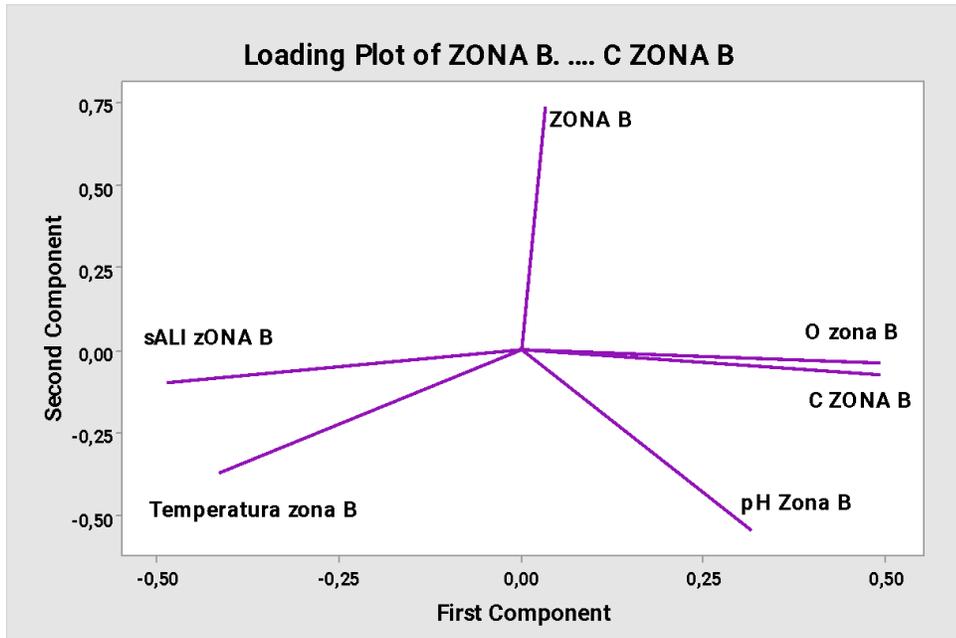
correlación positiva ( $r = 0.612$ ) entre los organismos muestreados y el oxígeno disuelto, así como existe una correlación moderada entre la temperatura ( $r = 0.410$ ) y la distribución de los especímenes estudiados (Zona A) (Figura 17).



**Figura 17.** Componentes físicos - químicos de la Zona A (ZAP).

### 9.2.2 Zona B (ZUS)

En la Figura 18, se encontró que si existe una correlación ( $0.736$ ) entre la temperatura y los organismos muestreados, es decir pueden ser directamente proporcionales. En la zona B (ZUS), de la misma manera se presenta una correlación entre la salinidad de la zona y el oxígeno disuelto con un porcentaje de  $0.602\%$ .



**Figura 18.** Componentes físicos - químicos de la Zona B (ZUS).  
**Fuente.** Cruz,2023.

## **9.3 ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE ZOANTHARIOS**

### **9.3.1 ABUNDANCIA**

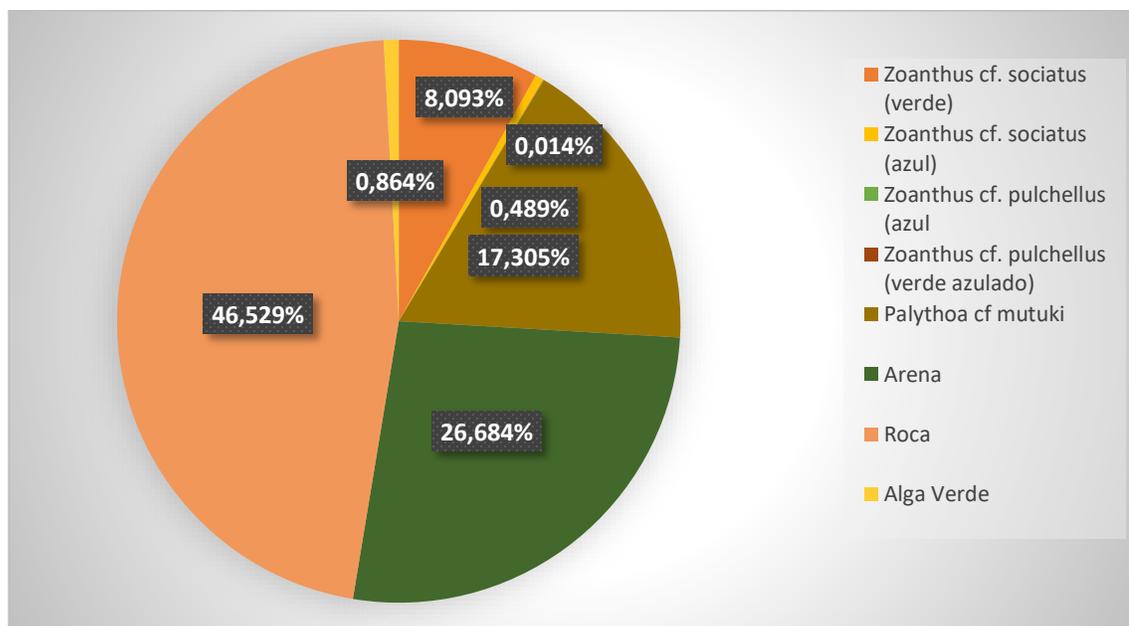
#### **9.3.1.1 Zona A (ZAP)**

En la Figura 19, representa la abundancia existente de flora y fauna de la zona A (ZAP), ya que se puede apreciar que en zonas rocosas de superficie plana conviven corales del orden Zoantharia compartiendo territorio con algas verdes. Con referencia al orden Zoantharia se identificaron 3 especies y dos de ellas con diferentes morfotipos, por su coloración de las zooxantelas; *Palythoa* cf. *mutuki* predomina con el 17.20%, siguiendo *Zoanthus* cf. *sociatus* (verde) con 8.04%, su morfotipo azul en un 0.48%, *Zoanthus* cf. *pulchellus* (azul) lo encontramos en proporciones de 0.01% y su morfotipo verde azulado con un 0.02% (Tabla 1).

Se puede observar que no solo se han identificado corales, sino también algas verdes con un porcentaje de 0.858%, predominando las tres últimas especies de *Zoanthus* antes mencionadas. Se presenta una fuerte dominancia en roca, con un 46.248% y arena con 26.523%, siendo estos dos factores los que predominan esta zona.

**Tabla 1.** Abundancia relativa de la zona A (ZAP).

| ZONA A   |                     |
|--|---------------------|
| ORGANISMOS                                     | ABUNDANCIA RELATIVA |
| <i>Zoanthus cf. sociatus</i> (verde)           | 8.044%              |
| <i>Zoanthus cf. sociatus</i> (azul)            | 0.4865%             |
| <i>Zoanthus cf. pulchellus</i> (azul)          | 0.014%              |
| <i>Zoanthus cf. pulchellus</i> (verde azulado) | 0.023%              |
| <i>Palythoa cf mutuki</i>                      | 17.200%             |
| Arena  | 26.523%             |
| Roca   | 46.248%             |
| Alga Verde                                     | 0.858%              |



**Figura 19.** Abundancia relativa de la zona A (ZAP).

### 9.3.1.2 Zona B (ZUS)

En la zona B (ZUS) se identificó una sola especie, pero con un morfotipo, tenemos a *Zoanthus cf. sociatus* (verde) con 5.703% predominando entre las especies

de corales y con menos abundancia *Zoanthus* cf. *sociatus* (azul) con 0.268%. En el Gráfico 20, se puede observar valores elevado de roca (48.020%) al igual que arena 27.87%, por ende, podemos decir que se encuentra grandes espacios de material rocoso y arenoso, además los corales coexisten con variedad de algas pardas, verdes y rojas. Gracias a las características de la zona podemos decir que la especie *Zoanthus* cf. *sociatus* (verde) predomina en ella y se desarrolla por las condiciones a las que se encuentra expuesta.

**Tabla 2.** Abundancia relativa de la zona B (ZUS).

| <b>ZONA B</b>                               |                            |
|---|----------------------------|
| <b>ORGANISMOS</b>                           | <b>ABUNDANCIA RELATIVA</b> |
| <i>Zoanthus</i> cf. <i>sociatus</i> (verde) | 5.703%                     |
| <i>Zoanthus</i> cf. <i>sociatus</i> (azul)  | 0.268%                     |
| Arena                                       | 27.827%                    |
| Roca  | 48.020%                    |
| Alga Verde                                  | 12.607%                    |
| Alga Roja                                   | 5.130%                     |
| Alga Parda                                  | 0.445%                     |

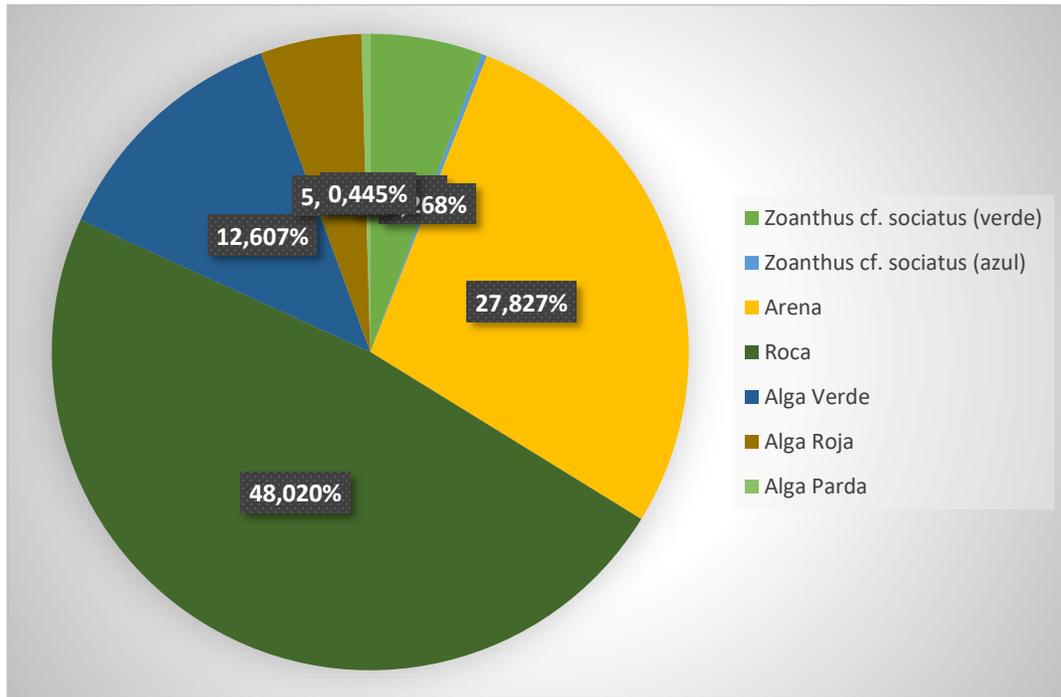


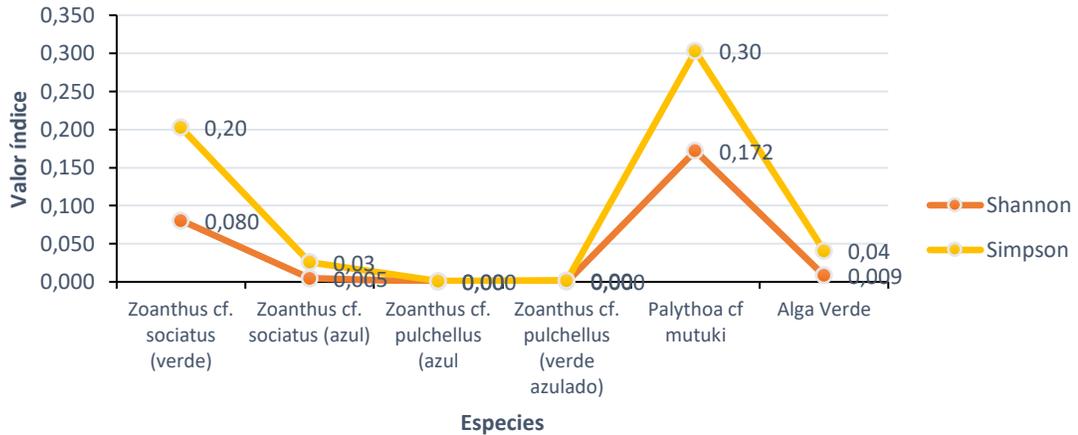
Figura 20. Abundancia relativa de la zona B (ZUS).

## 9.3.2 DIVERSIDAD

### 9.3.2.1 Zona A (ZAP)

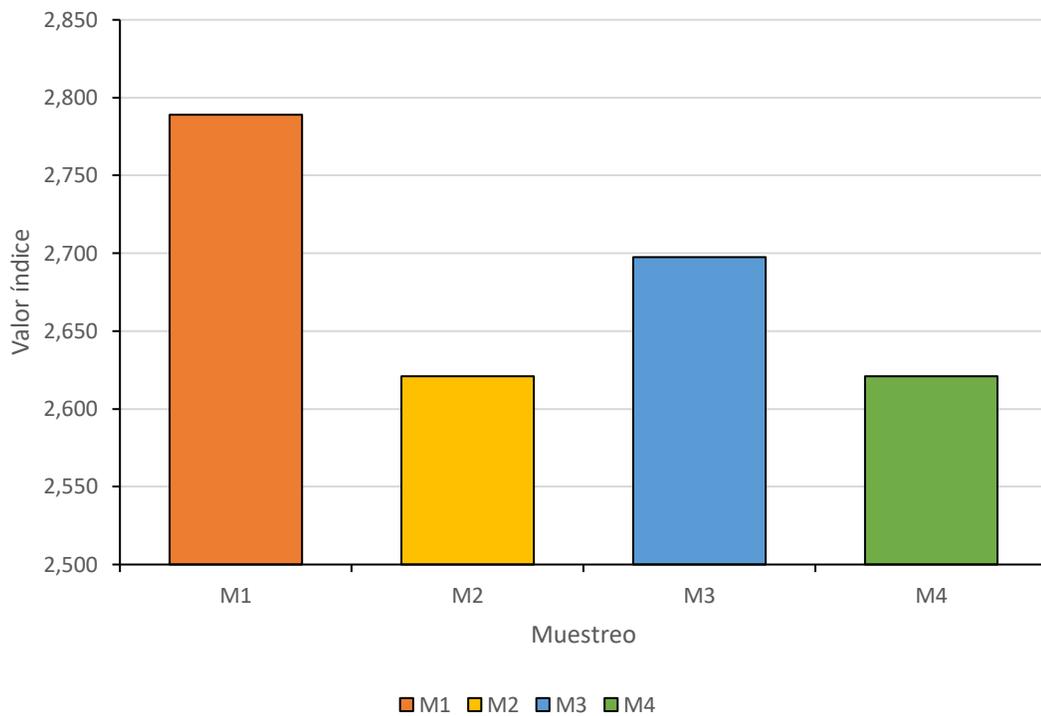
En la figura 21, se realizó el índice de diversidad de Shannon y Simpson por especie en la zona A (ZAP), los valores indican una dominancia en arena y roca presentando poca diversidad de algas. Con respecto a los corales la especie que predomina es *Palythoa cf. mutuki* siguiendo *Zoanthus cf. sociatus* verde y azul y con mínima dominancia de diversidad *Zoanthus cf. pulchellus* azul y verde azulado. Este estudio ha identificado tres especies con dos morfotipos diferentes, esto se ocasiona por los factores a los que se encuentran expuestas estas especies.

## Índice de Shannon y Simpson



**Figura 21.** Índice de diversidad de Shannon y Simpson por especie, en la zona A (ZAP).

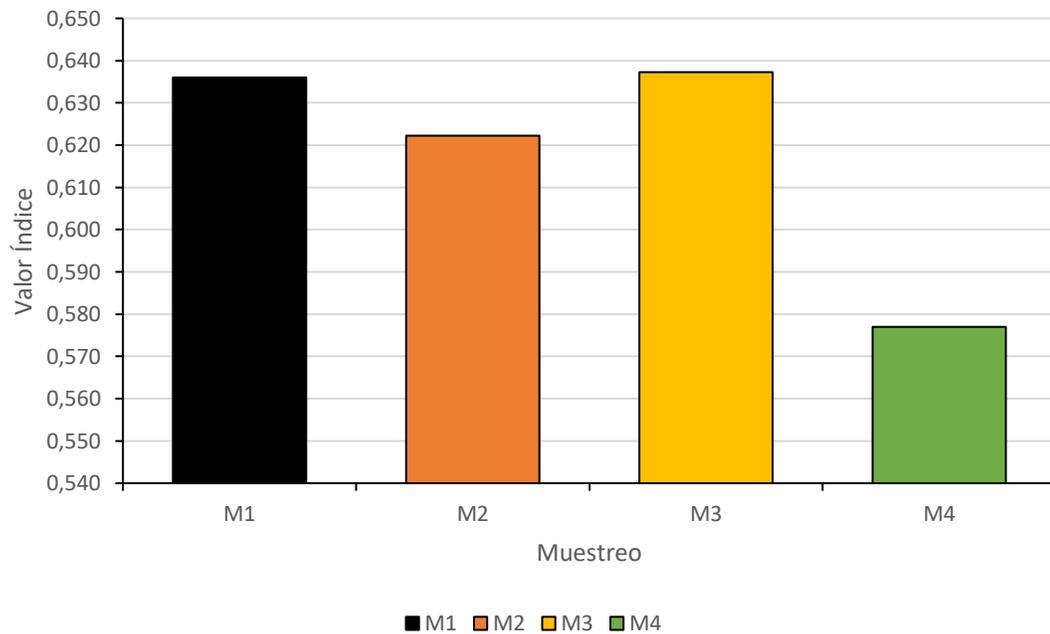
Se realizó el índice de diversidad de Simpson para conocer la dominancia de los organismos estudiados por muestreo, resultado dominante los especímenes muestreados durante el muestreo # 1 en la zona A (ZAP) (2.789). Sin embargo, encontramos con un valor de 2.621, el cual indica que el muestreo # 2 y # 4 no tuvieron mayor dominancia en cuanto a los organismos estudiados (Figura 22).



**Figura 22.** Índice de diversidad de Simpson, en la zona A (ZAP).

Con el índice de diversidad de Shannon - Weaver se determinó la riqueza de los organismos muestreados. El muestreo donde se encontró menor riqueza específica fue el #4 con un valor de 0.577, continuando el muestreo #2 con 0.637, luego el muestreo #1 con 0.636 y por último predominando los especímenes estudiados por el muestreo #3

que presentan una elevada riqueza de especies con respecto a los demás muestreos (Figura 23).

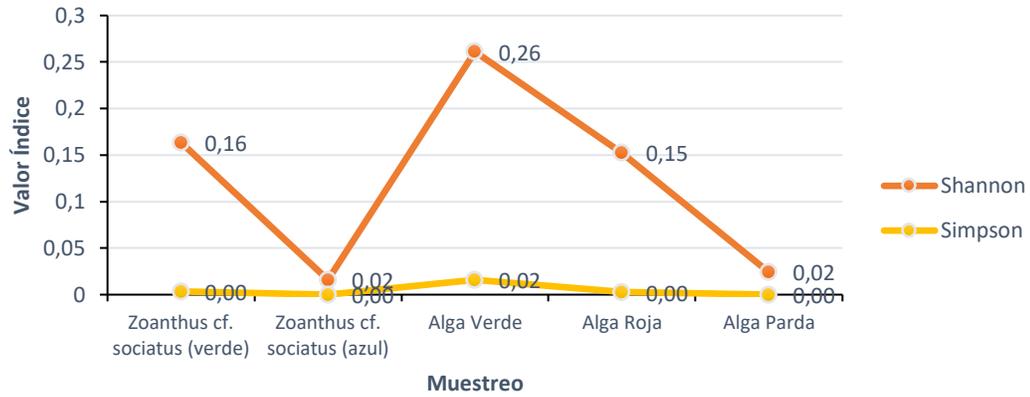


**Figura 23.** Índice de diversidad de Shannon y Weaver, en la zona A (ZAP).

### 9.3.2.2 Zona B (ZUS)

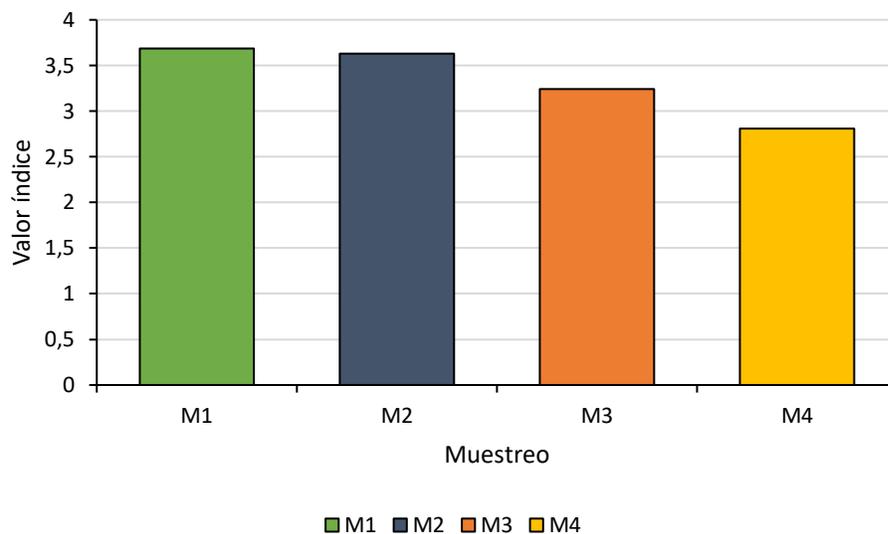
Se comparó los índices de diversidad de Shannon y Simpson en la zona B (ZUS) con una diversidad baja respecto a la especie encontrada *Zoanthus cf. sociatus* (verde) y su morfotipo *Zoanthus cf. sociatus* (azul), existiendo valores más elevados respecto a las algas verdes, rojas y pardas. En esta zona predomina la roca con 0.35 y 0.23, sin dejar atrás la arena con valores de 0.35 y 0.07 (Figura 24).

## Índice de Shannon y Simpson



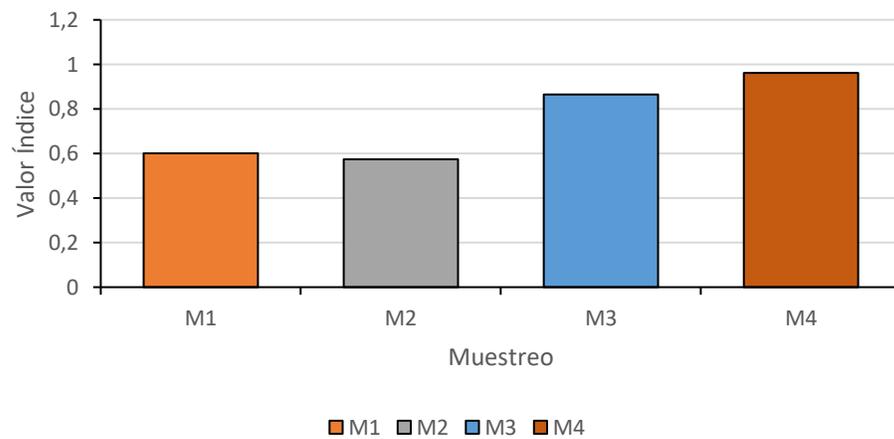
**Figura 24.** Índice de diversidad de Shannon y Simpson por especie, en la zona B (ZUS).

En la Figura 25, se demuestra la diversidad de las especies con respecto a los muestreos en la zona B (ZUS) usando el índice de Simpson (dominancia), se observa que el muestreo de especímenes que predomina es el # 1 (3.68) y el muestro # 2 con 3.63, con valores más bajos tenemos el muestreo # 3 con un valor de 3.24 y por último el más bajo es el muestreo #4 con 2.80 siendo el que contiene menos dominancia de los organismos estudiados.



**Figura 25.** Índice de diversidad de Simpson, en la zona B (ZUS).

El índice de diversidad de Shannon - Weaver en la zona B (ZUS) (Figura 26) nos da a conocer que durante los muestreos de especímenes resultaron con menor riqueza específica al muestreo #2 con 0.57 y muestro #3 con un valor de 0.60, no obstante, no encontramos con el muestreo #3 con 0.86 y predominando en cuanto a la distribución y riqueza de organismos encontrados el muestreo #4 con valores de 0.96 siendo este, el valor más elevado en todos los muestreos realizados.



**Figura 26.** Índice de diversidad de Shannon y Weaver, en la zona B (ZUS).  
**Fuente.** Cruz,2023

## 10.DISCUSIÓN

Según Jaramillo et al. (2018) en la zona de Santa Elena también se encontró especies del orden Zoantharia, las cuales coinciden con las que fueron identificadas en La Chocolatera – REMACOPSE. En la zona A (ZAP) se registró tres especies del orden Zoantharia correspondientes al subgénero Brachycnemina que son: Familia *Zoanthiade*: *Zoanthus* cf. *pulchellus*, *Zoanthus* cf. *sociatus* y Familia: Sphenopidae: *Palythoa* cf. *mutuky* los especímenes muestreados personifican dos diferentes morfotipos y en la zona B (ZUS) se registró una especie denominada *Zoanthus* cf. *sociatus* con un morfotipo. Según Jaramillo (2019), el motivo por el cual los corales tienen diferentes tonalidades es por la simbiosis que se produce entre las zooxantelas con los pólipos, la cantidad de estos pigmentos se debe a la exposición a la luz, absorbiendo la luz azul y azul verdosa gracias a los pigmentos (clorofila y pirimidina) que contienen, por ende la cantidad de zooxantelas que tenga un coral ayudan a la producción de estos compuestos químicos.

Respecto al desarrollo de los corales podemos decir que según Martínez et al. (2011) en La Chocolatera – REMACOPSE, podemos encontrar corales habitando en la zona expuesta directamente al oleaje esto quiere decir que mientras más presencia del oleaje más diversidad de especies podemos encontrar solo si se encuentran sumergidos y se mantengan poco tiempo sin exposición al agua como se observó en la Zona A (ZUS) con tres especies y dos morfotipos registrados, al contrario de la Zona

B(ZUS) pudimos analizar su escasa diversidad de especies, esto se puede ocasionar por las condiciones del sitio en el que se encuentran habitando, al encontrarse la mayor parte del tiempo seca en consecuencia de la altura de la plataforma, las especies registradas fueron encontradas solo en acumulaciones de agua que se formaba gracias a la interacción de las olas, mostrando mayormente los pólipos de coral cerrados; a diferencia de la Zona A (ZAP), las condiciones del sitio benefician el desarrollo de los pólipos y también les permite que estos se encuentren en libertad de abrirse, como menciona Gonzalez, (2015), los pólipos al no estar tan expuestos a la luz tienden a estirarse y eso hace que su columna crezca, un factor que también influye es la corriente mientras más fuertes son, las colonias serán más espesas.

Con referencia a los parámetros físico – químicos, Pluas, (2022) hace énfasis que solo si los parámetros tuvieran un nivel de diferencia significativo y un cambio brusco en las condiciones abióticas del medio se considera que afectaría al crecimiento y pigmentación de estos organismos, aunque podrían intentar adaptarse. También es importante mencionar que estos cambio en el comportamiento de los parámetros tiene diversas influencias como lo son los factores antropogénicos, ingreso inconstante de nutrientes a las mareas y el exceso de turismo en la zona Barreiro & Garcia, (2022).

## 11. CONCLUSIÓN

En la investigación realizada se identificaron 3 especies *Zoanthus cf. pulchellus*, *Zoanthus cf. sociatus* y *Palythoa cf. mutuky* con dos morfotipos diferentes en la zona A (ZAP), mientras que en la zona B (ZUS) se registró una especie *Zoanthus cf. sociatus* con un morfotipo, esto se debe a las condiciones que se encuentra expuesta cada una.

Respecto a la cobertura de los corales en general, en la zona A (ZAP) se evidenció que representa un 25.75% simbolizando las 3 especies con dos morfotipos del área que se encuentran habitando actualmente, mientras que en la zona B (ZUS) representa el 5.971% esto equivale a una especie con un morfotipo evidenciando poca cobertura del área.

La zona A(ZAP) se encuentra más expuesta al oleaje y no cuenta con tanta intervención de huella humana por ser un área protegida, por eso pudimos evidenciar diversidad y abundancia de especies en este sitio, al contrario de la zona B (ZUS) la interacción con el oleaje es escasa, al igual que se realizan diferentes actividades de uso sostenible para el hombre, afectando la diversidad y abundancia de Zoantharios en esta zona.

Con referencia a los parámetros físico - químicos podemos decir que no se registró diferencias significativas que se evidencie la alteración del desarrollo y crecimiento de

los corales, por ser zonas rocosas sus parámetros serán variables, aunque la zona A (ZAP) se encuentra restringido el acceso de turistas dando ventaja a estos organismos que tengan un hábitat más apropiado, a diferencia de la zona B (ZUS) sus parámetros pueden variar por las actividades que se realizan en el sitio perjudicando a la poca diversidad y abundancia de especies encontradas.

Esta investigación respalda la hipótesis alternativa al demostrar que la zona designada como "alta protección" en REMACOPSE exhibe una mayor abundancia y diversidad del orden Zoantharia. Esto se debe a la escasa presencia de actividad humana en la zona y al monitoreo constante de las especies que la habitan. En contraste, la zona clasificada como "Uso sostenible" muestra una menor presencia de Zoantharia debido a diversas actividades humanas, como la pesca, y su acceso público sin restricciones.

## **12.RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar estudios sobre la interacción entre corales y algas, ya que son unos fuertes competidores de territorio.
- Tener más precaución sobre las zonas que visitan los turistas, porque a pesar de ser una zona con restricciones muchas veces realizan actividades que no están permitidas sin tener una repercusión hacia ellos mismos.
- Que se realicen investigaciones sobre la morfología interna de los Zoantharios, ya que son complejos de analizarlos.
- Proponer estrategias de conservación para que estas especies se sigan reproduciendo y abundando en nuestras costas.

### 13.BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, A., Casas, M., Vargas, C., & Camacho, J. (2005). *Lista de Zoantharia (Cnidaria: Anthozoa) del Caribe y de Colombia.*
- Acosta, S., & Duarte, L. (2005). *Nuevos Procesos de Fisión en el Zoanthid Palythoa caribaeorum: Descripción y Aspectos Cuantitativos.*
- Alquezar, R., & Boyd, W. (2007). *Development of rapid, cost effective coral survey techniques: Tools for management and conservation planning. 11(2), 105-119.*
- Álvarez, C. (2011). *Guia didactica metodologia de la investigacion—METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA Y - Studocu.*  
<https://www.studocu.com/ec/document/universidad-de-cuenca/metodologia-investigacion/guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion/31169561>
- Arias, A. (2021). *Ecologia Verde. Obtenido de Ecologia Verde:*  
<https://www.ecologiaverde.com/asociaciones-coloniales-que-son-tipos-y%02ejemplos-2944.ht>
- Augusto. (2019). *Ministerio de Transición Ecologica de España. Obtenido de Ministerio de Transición Ecologica de España.*  
[https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y\\_conectividad/01rocososyglaciares\\_5\\_localidadesseguimiento\\_tcm30-506036.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y_conectividad/01rocososyglaciares_5_localidadesseguimiento_tcm30-506036.pdf)
- Barreiro, S., & Garcia, R. (2022). *EVALUACIÓN DE LA INTERACCIÓN ENTRE ZOANTIDOS Y PORÍFEROS EN BASE A SU NIVEL DE COBERTURA*

*ESPACIAL EN ANCONCITO Y SAN LORENZO PROVINCIA DE SANTA ELENA.*

- Barrios, L., Cendales, M., Garzón, J., Geister, J., & Lopez, M. (2000). Áreas coralinas de Colombia: A la memoria de Henry von Prah (1949—1989). *Invemar*, 5.
- Birkeland, C. (1997). *Life and death of coral reefs*. 78(2), 2.
- Bravo, G., Livore, J. P., & Bigatti, G. (2020). The Importance of Surface Orientation in Biodiversity Monitoring Protocols: The Case of Patagonian Rocky Reefs. *Frontiers in Marine Science*, 7. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2020.578595>
- Brusca, R., & Brusca, G. (2005). *Invertebrados. 2 ed. Madrid: MacGraw Hill.*
- Burnett, W. (1996). *Zoanthids (Anthozoa, Hezacorallia) from the Great Barrier Reef and Torres Strait Australia: Systematics, Evolution and key to species. Revista de coral Reef, edit. Sprenger-verlag.*
- Chimal, M., Cohuo, B., May, R., & Navarro, G. (2010). *Investigacion Documental Arrecifes Coralinos - Materia: INVERTEBRADOS NO ARTROPODOS Unidad 3 Tarea - Studocu.* <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-de-tizimin/invertebrados-no-artropodos/investigacion-documental-arrecifes-coralinos/40973634>
- Clemente, S., Moreno, S., Fernández, S., Lambre, M., Peraza, E., Zamora, N., & López, C. (2022). *Expansión de zonas dominadas por zoantídeos en Canarias: Causas y efectos de un nuevo hábitat en ecosistemas bentónicos someros.*

- Costa, C., Sassi, R., Gorlach, K., Lajeunesse, C., & Fitt, W. (2013). *Seasonal changes in zooxanthellae harbored by zoanthids (Cnidaria, Zoanthidea) from coastal reefs in northeastern Brazil.*
- Diaz-Pulido, G., McCook, L. J., Dove, S., Berkelmans, R., Roff, G., Kline, D. I., Weeks, S., Evans, R. D., Williamson, D. H., & Hoegh-Guldberg, O. (2009). Doom and Boom on a Resilient Reef: Climate Change, Algal Overgrowth and Coral Recovery. *PLoS ONE*, 4(4), e5239. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005239>
- Fajardo, F. S., & Ramírez, C. A. A. (2017). *IMPORTANCIA DE LOS ARRECIFES Y DUNAS EN LA PROTECCION DE LA COSTA.*
- Fernández, C., & Alvarado, J. (2008). *Chlorophyta de la Costa Pacífica de Costa Rica.*
- Fernández, J., & Jimenez, M. (2006). *Estructura de la comunidad de moluscos y relaciones tróficas en el litoral rocoso del estado Sucre, Venezuela.* <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v54s3/3399.pdf>
- Figueroa-Pico, J., Tortosa, F. S., & Carpio, A. J. (2020). *Coral fracture by derelict fishing gear affects the sustainability of the marginal reefs of Ecuador.* <https://doi.org/10.13039/501100011033>
- Gasca, R., & Loman-Ramos, L. (2014). Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 154-163. <https://doi.org/10.7550/rmb.32513>
- Genzano, G., Schiariti, A., & Mianzan, H. (2014). *Cnidaria* (pp. 67-85).

- Goenaga. (1991). *THE STATE OF CORAL REEFS IN THE WIDER CARIBBEAN*  
[WEB SITE].  
[https://hero.epa.gov/hero/index.cfm/reference/details/reference\\_id/6661076](https://hero.epa.gov/hero/index.cfm/reference/details/reference_id/6661076)
- Gonzalez. (2015). *Fitorremediacion en aguas dulces contaminadas. Researchgate*, 79-93.
- González-Oliva, L., Díaz, J. F., Rodríguez-Cala, D., & Berazaín, R. (2017). *Diversidad biológica de Cuba: Métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*. 60-85.
- Guillén, J., & Díaz, J. (1990). *Elementos morfológicos en la zona litoral: Ejemplos en el delta del ebro*. 15.
- Hackerott, S., Martel, H., & Eirin, L. (2021). *Coral environmental memory: Causes, mechanisms, and consequences for future reefs*. 36(11), 1011-1023.
- Herberts, C. (1987). *Ordre Des Zoanthaires En: Grasse P (ed.) Traite de Zoologie Anatomie Systematique Biologie* (pp. 785-809).
- Jaramillo, K. (2019). *INTEGRATIVE TAXONOMY OF SPONGES AND CNIDARIANS AT "EL PELADO" MARINE PROTECTED AREA (SANTA ELENA) ECUADOR: ASSESSING THE POTENTIAL OF METABOLOMICS*.
- Jaramillo, K. B., Reverter, M., Guillen, P. O., McCormack, G., Rodriguez, J., Sinniger, F., & Thomas, O. P. (2018). Assessing the Zoantharian Diversity of the Tropical Eastern Pacific through an Integrative Approach. *Scientific Reports*, 8(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-25086-4>

- Lazcano, J., Salazar, Z., & González, H. (2020). *Anémonas, corales y medusas: Los cnidarios y su ...* · *Muchas medusas, anémonas y zoantideos tienen una asociación simbiótica, pero una de más conocidas y estudiadas es la de* - [PDF Document]. fdocuments.mx. <https://fdocuments.mx/document/anmonas-corales-y-medusas-los-cnidarios-y-su-muchas-medusas-anmonas-y.html>
- Mann, K. H., & Lazier, J. R. N. (2005). *Dynamics of Marine Ecosystems: Biological-Physical Interactions in the Oceans*. John Wiley & Sons.
- Marquez, J., & Díaz, J. (2005). *Interacciones entre corales y macroalgas: Dependencia de las especies involucradas*. *Boletín de investigaciones marinas y costeras*.
- Martínez, E. (2021, julio 19). *¿Qué son los arrecifes y para qué sirven?* Oceana México. <https://mx.oceana.org/blog/que-son-los-arrecifes-y-para-que-sirven/>
- Martínez, P., Rivera, F., Peñaherrera, J., Jácome, I., Chipe, V., Bolaños, S., Castro, I., & León, E. (2022). *MONITOREO DE BIODIVERSIDAD DEL INTERMAREAL ROCOSO Reservas Marinas: El Pelado, Bajo Copé y Cantagallo – Machalilla*. <http://patrimonio.ambiente.gob.ec/iptmae/resource?r=monitoreo-remape-pnm-bc>
- Martínez, P., Rivera, F., & Proaño, F. (2011). *Ambientes coralinos del Parque Nacional Machalilla y Reserva de Producción Faunística Marino Costera Puntilla de Santa Elena: Un caso de estudio para el manejo y conservación de los corales en Ecuador Instituto NAZCA de Investigaciones Marinas*.
- Mendoza-González, A. C., Mateo-Cid, L. E., Alvarado-Villanueva, R., Sotelo-Cuevas, F., Ceballos-Corona, J. G. A., & Garduño-Acosta, A. G. A. (2018). Nuevos

- registros y lista actualizada de las algas verdes (Chlorophyta) del litoral de Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(4), Article 4. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.4.2604>
- Montenegro, J., Hoeksema, B., Santos, M., Kise, H., & Reimer, J. (2020). *Zoantharia (Cnidaria: Hexacorallia) of the Dutch Caribbean and One New Species of Parazoanthus*. 12(5), 190.
- Montero, A., & Brito, M. (2019). *Distribución espacial de macroinvertebrados bentónicos móviles en el intermareal rocoso de San Lorenzo, Ecuador*. <file:///C:/Users/DELL/Downloads/Dialnet-DistribucionEspacialDeMacroinvertebradosBentonicos-7018036.pdf>
- Moreano, H. (1983). *Interacción Oceano-Atmósfera sobre la zona costera del Ecuador. Acta Ocean del Pacífico 2*.
- Ortiz, J. (2011). *Composición Nutricional y Funcional de Algas Rodofíceas Chilenas*.
- Palma, M. (2021). *Evaluación y estado de conservación del grado de resiliencia de los arrecifes coralinos marginales de Ecuador*. <https://digital.csic.es/handle/10261/264898>
- Pluas, C. (2022). *Abundancia y Diversidad de Zoanthus en la plataforma intermareal rocosa de Las puntas (Ayangue) y El Faro (Ballenita), Provincia de Santa Elena, Ecuador*.
- Reimer, J., Boo Wee, H., López, C., Begger, M., & Silva, I. (2021). Dominancia generalizada de Zoanthus y Palythoa, páramos y cambios de fase en

ecosistemas marinos tropicales y subtropicales de aguas poco profundas. En *Oceanografía y Biología Marina* (p. 25).

Reimer, J., & Cleveland, H. (2009). PRELIMINARY SURVEY OF ZOOXANTHELLATE ZOANTHIDS (CNIDARIA: HEXACORALLIA) OF THE GALAPAGOS, AND ASSOCIATED SYMBIOTIC DINOFLAGELLATES (SYMBIODINIUM SPP.). *Research Articles*, 66, 7.

Reimer, J., Ono, S., Takishita, K., Fujiwara, Y., & Tsukahara, J. (2004). *Reconsidering Zoanthus spp. Diversidad: Evidencia molecular de conspecificidad dentro de cuatro especies previamente supuestas. Ciencia zoológica*. 21, : 517-525.

Reina, J. (2015). *DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE CORALES EN LA ZONA SUBMAREAL DE LA PUNTA DE ANCONCITO DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN FAUNÍSTICA MARINO COSTERA PUNTILLA DE SANTA ELENA (REMACOPSE), DURANTE EL PERIODO DICIEMBRE 2014 – ABRIL 2015.*

REMACOPSE. (2020). *PLAN DE MANEJO RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA MARINO COSTERA PUNTILLA DE SANTA ELENA.*  
<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/Acuerdo-Ministerial-Nro.-MAE-2020-006.pdf>

Rodriguez, R., Valcárcel, A., Bello, J., Evangelista, D., Baez, D., & Matos, J. (2022). *Importancia de los viveros de coral y su impacto socioeconómico*. 68(1), 78-91.

- Rogers, C., Garrison, G., Grober, R., Marie, Z., & Franke, M. (1994). *Coral Reef Monitoring Manual for the Caribbean and Western Atlantic*.
- Ryland, M. (2011). Reproducción en Zoanthidea (Anthozoa: Hexacorallia). En J. Ryland, Reproducción y desarrollo de invertebrados. *Reino Unido: Journal of Natural History*.z, 177-188.
- Sapinique. (2022, enero 26). Corrientes marinas: Qué son y cómo actúan. *Noticias de Ecología y Medio Ambiente*. [https://www.ecoticias.com/cambio-climatico/212268\\_corrientes-marinas-que-son-como-actuan](https://www.ecoticias.com/cambio-climatico/212268_corrientes-marinas-que-son-como-actuan)
- Sheppard, C., Al-Husiani, M., Jamali, F., Yamani, F., Baldwin, R., Bishop, J., Benzoni, F., Dutrieux, E., Dulvy, N. K., Durvasula, S. R. V., Jones, D. A., Loughland, R., Medio, D., Nithyanandan, M., Pilling, G. M., Polikarpov, I., Price, A. R. G., Purkis, S., Riegl, B., ... Zainal, K. (2010). The Gulf: A young sea in decline. *Marine Pollution Bulletin*, 60(1), 13-38. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.10.017>
- Sinniger, S., Montoya, J., Chevaldonne, P., & Pawlowski, J. (2005). *Filogenia del orden Zoantharia (Anthozoa: Hexacorallia) basada en genes ribosomales mitocondriales*. 1121-1128.
- Stachowitsch, M. (2008). *Coral Reef Restoration Handbook*. *Researchgate*. 317-318.
- Varela, C., Guitart, B., Ortiz, M., & Lalana, R. (2002). Los zoantideos (Cnidaria, Anthozoa, Zoanthiniaria), de la región occidental de Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 23.

- Vázquez, E. (2019). *Guión 4 de practicas para enseñanza secundaria: Zonación en el intermareal rocoso*. <http://ecocost.webs.uvigo.es/wp-content/uploads/2019/05/zonacion-en-el-intermareal-rocoso-2.pdf>
- Vilchis-Barrera, E. E., Martínez-Pérez, R. G., García-Mendoza, A. de J., Baeza-Reyes, J. A., & Sánchez-Cabeza, J. A. (2023). Influencia de la fuerza iónica sobre el desempeño de electrodos combinados de vidrio para determinar el pH. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 11(Especial), Article Especial. <https://doi.org/10.29057/icbi.v11iEspecial.10229>
- Villota, D. (2014). *BIODIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DE LA ZONA INTERMAREAL EN LA RESERVA DE PRODUCCIÓN FAUNÍSTICA MARINO COSTERA PUNTILLA DE SANTA ELENA LOS MESES DE NOVIEMBRE 2013 HASTA FEBRERO 2014*.
- Zapata, S., & Alfonso, L. B. (2022). *Predicción de cobertura de coral de los arrecifes de coral escleractinios de Santa Marta, Colombia aplicando técnicas de aprendizaje automático*.

## 14.ANEXOS.



**Anexo 1.** Alfombra de corales coloniales (Zoantharios).  
**Fuente.** Cruz,2023.



**Anexo 2.** Colonia de Zoantharios.  
**Fuente.** Cruz,2023.



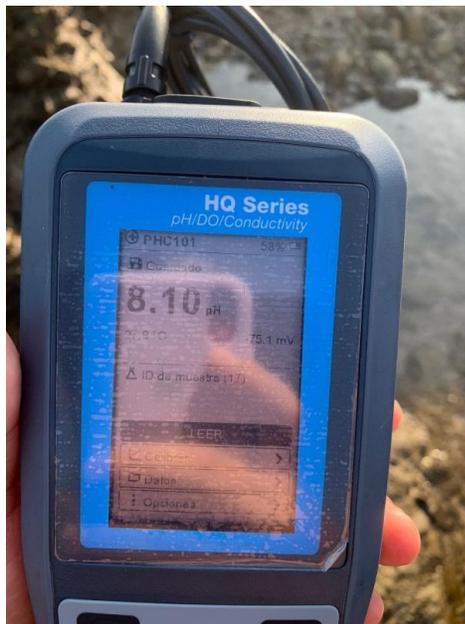
**Anexo 3. Zona A (ZAP).**  
**Fuente. Cruz,2023.**



**Anexo 4. Zona B (ZUS).**  
**Fuente. Cruz,2023.**



**Anexo 5.** Muestreo con snorkel.  
**Fuente.** Cruz,2023.



**Anexo 6.** Toma de parámetros con la ayuda del multiparámetro.  
**Fuente.** Cruz,2023.



**Anexo 7.** Muestras de corales en el laboratorio.

**Fuente.** Cruz,2023.



**Anexo 8.** Identificación morfológica de los pólipos de coral con la ayuda del estereoscopio.

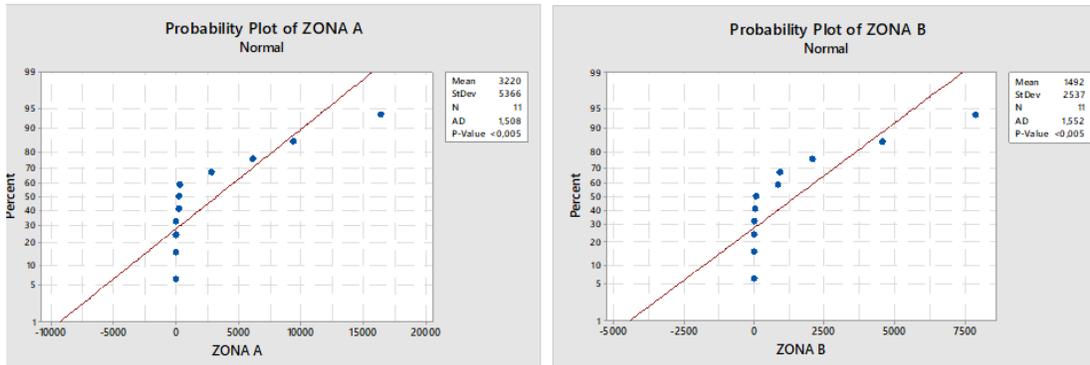
**Fuente.** Cruz,2023.



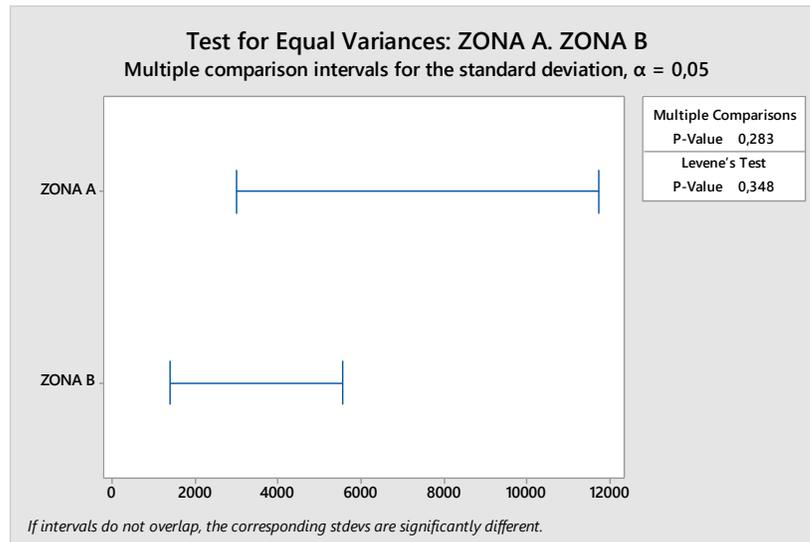
**Anexo 9.** Identificación taxonómica de especies.  
**Fuente.** Cruz,2023.



**Anexo 10.** Identificación y observación de pólipos.  
**Fuente.** Cruz,2023.



**Anexo 11.** Prueba de Anderson-Darling  
**Fuente.** Cruz,2023.



**Anexo 12.** Test de homolasticidad de levene's.  
**Fuente.** Cruz,2023.

**Kruskal-Wallis Test: ZONA B versus ESPECIES**

Kruskal-Wallis Test on ZONA B

| ESPECIES         | N  | Median      | Ave Rank | Z     |
|------------------|----|-------------|----------|-------|
| A                | 1  | 4,56700E+03 | 10,0     | 1,26  |
| AP               | 1  | 7,30000E+01 | 6,0      | 0,00  |
| AR               | 1  | 8,42000E+02 | 7,0      | 0,32  |
| AV               | 1  | 2,06900E+03 | 9,0      | 0,95  |
| R                | 1  | 7,88100E+03 | 11,0     | 1,58  |
| Z1 (verde claro) | 1  | 9,36000E+02 | 8,0      | 0,63  |
| Z1(Azul)         | 1  | 4,40000E+01 | 5,0      | -0,32 |
| Z2 (café)        | 1  | 0,000000000 | 2,5      | -1,11 |
| Z2 (verde)       | 1  | 0,000000000 | 2,5      | -1,11 |
| Z2(celeste)      | 1  | 0,000000000 | 2,5      | -1,11 |
| Z3B              | 1  | 0,000000000 | 2,5      | -1,11 |
| Overall          | 11 |             | 6,0      |       |

H = 9,55 DF = 10 P = 0,481  
H = 10,00 DF = 10 P = 0,440 (adjusted for ties)

**Kruskal-Wallis Test on ZONA A**

| ESPECIES         | N  | Median      | Ave Rank | Z     |
|------------------|----|-------------|----------|-------|
| A                | 1  | 9,39400E+03 | 10,0     | 1,26  |
| AP               | 1  | 0,000000000 | 1,5      | -1,42 |
| AR               | 1  | 0,000000000 | 1,5      | -1,42 |
| AV               | 1  | 3,04000E+02 | 7,0      | 0,32  |
| R                | 1  | 1,63800E+04 | 11,0     | 1,58  |
| Z1 (verde claro) | 1  | 2,84900E+03 | 8,0      | 0,63  |
| Z1(Azul)         | 1  | 1,72000E+02 | 5,0      | -0,32 |
| Z2 (café)        | 1  | 6,09200E+03 | 9,0      | 0,95  |
| Z2 (verde)       | 1  | 8,000000000 | 4,0      | -0,63 |
| Z2(celeste)      | 1  | 5,000000000 | 3,0      | -0,95 |
| Z3B              | 1  | 2,14000E+02 | 6,0      | 0,00  |
| Overall          | 11 |             | 6,0      |       |

H = 9,95 DF = 10 P = 0,444  
H = 10,00 DF = 10 P = 0,440 (adjusted for ties)

**Anexo 13. Test de Kruskal Wallis.  
Fuente. Cruz,2023.**